MANUAL TÈCNIC

CONSERVACIÓ I RESTAURACIÓ DE RIUS I RIBERES

LIFE ALNUS

Life

NATURA 2000

Agraïments

El nostre agraïment a Alfredo Ollero i Jordi Vayreda, que han revisat part dels continguts d'aquest manual. Un reconeixement molt especial als propietaris rurals i a les entitats sense ànim de lucre que s'han compromès en la conservació dels espais fluvials, i a les persones que d'una manera o altra han participat en les accions del projecte LIFE ALNUS i en l'elaboració d'aquest manual.

Coordinació:

CTFC

Socis:

Agència Catalana de l'Aigua

Ajuntament de Granollers

CERM Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis

Fundació Catalunya La Pedrera

MN_CONSULTORS EN CIÈNCIES DE LA CONSERVACIÓ

Col·laboradors:

Generalitat de Catalunya
Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural

Generalitat de Catalunya
Forestal Catalana, SA

UNIVERSITAT DE VIC
UNIVERSITAT CENTRAL DE CATALUNYA

CC BY NC SA

MANUAL TÈCNIC

CONSERVACIÓ I RESTAURACIÓ DE RIUS I RIBERES

Títol:
Manual tècnic de conservació i restauració de rius i riberes

Coordinadors:
Jordi Camprodon, Pol Guardis i Marc Ordeix

© fotos: els autors
© dels textos i les il·lustracions: els autors
Foto coberta i interiors a pàgina complerta: Jordi Bas
Edita: Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya
Disseny i maquetació: CTFC
1a edició: desembre de 2022
ISBN: 978-84-09-51246-1
Dipòsit Legal: L 419-2023
DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.8009983
Foto coberta: colònia d'ocells ardèids en una verneda de plana al·luvial del riu Ter, a la comarca d'Osona, Catalunya. Autor: Jordi Bas.

Citació recomanada:
Camprodon, J., Guardis, P., Ordeix., M. (eds.). 2022. *Manual tècnic de conservació i restauració de rius i riberes. Life Alnus*. Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya. Programa Life Natura i Biodiversitat de la Unió Europea.

Citació recomanada de capítol:
García, G., Pascual, R., Cadiach, O., Balart, A., Solé, J., Manzano, M. 2022. Metaecosistemes i metarestauració: el LIFE ALNUS, una experiència de diagnòstic i restauració de sistemes fluvio-al·luvials a escala regional. In Camprodon, J., Guardis, P., Ordeix., M. (eds.). 2022. *Manual tècnic de conservació i restauració de rius i riberes. Life Alnus*. Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya. Programa Life Natura i Biodiversitat de la Unió Europea.

Les opinions expressades en aquest manual són les dels autors i no reflecteixen necessàriament els punts de vista de la Unió Europea i de la Comissió Europea, per la qual cosa no són atribuïbles a aquestes institucions.

Aquest manual ha estat elaborat en el marc del projecte LIFE ALNUS, *Restoration, conservation and governance of the Alnus aluvial forests in the Mediterranean Region* (LIFE16 NAT/ES/000768). www.lifealnus.eu

Verneda en plana al·luvial del riu Segre, La Cerdanya, Catalunya. Autor: Jordi Bas.

ÍNDEX

PRESENTACIONS **7**

1 / **INTRODUCCIÓ.** PER UNS ECOSISTEMES FLUVIALS FUNCIONALS **11**

2 / **METAECOSISTEMES I METARESTAURACIÓ:** EL LIFE ALNUS, UNA EXPERIÈNCIA DE DIAGNÒSTIC I RESTAURACIÓ DE SISTEMES FLUVIO-AL·LUVIALS A ESCALA REGIONAL **23**

3 / **CONSERVACIÓ DEL BOSC DE RIBERA I GESTIÓ FORESTAL** **55**

4 / **GESTIÓ DE LA VEGETACIÓ EXÒTICA EN ESPAIS DE RIBERA** **101**

5 / **RECUPERACIÓ D'ESPAIS FLUVIALS A L'ÀMBIT URBÀ.** EL RIU CONGOST A GRANOLLERS **123**

6 / **LA RESTAURACIÓ HIDROMORFOLÒGICA DELS SISTEMES FLUVIALS. LES ILLES FLUVIALS DE LA CONCA MITJANA DEL RIU TER** **137**

7 / **L'ALT SEGRE. ACCIONS DEL LIFE ALNUS PER A LA RESTITUCI DEL BOSC DE RIBERA** **165**

8 / **SEGUIMENT D'INDICADORS BIOLÒGICS I HIDROMORFOLÒGICS** **183**

a. Indicadors fluvials 184

b. Indicadors riparis 216

c. Indicadors hidromorfològics 254

9 / **PROCÉS D'INCORPORACIÓ I AMPLIACIÓ D'ESPAIS A LA XARXA NATURA 2000.** EL CAS DEL PROJECTE LIFE ALNUS **263**

10 / **GOVERNANÇA DELS ESPAIS FLUVIALS** **271**

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES **281**

Detall de flors i fruits de vern (Alnus glutinosa) / Foto: Jordi Bas.

Teresa Jordà i Roura
Consellera d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural

En els darrers anys, des del Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural, d'acord amb la responsabilitat que té atribuïda, ha elaborat documents estratègics sobre l'estat actual de conservació de la biodiversitat i del patrimoni natural a casa nostra.

Així, l'informe sobre "Estat de la Natura a Catalunya 2020", anàleg als presentats per Nacions Unides, la Comissió Europea i els països més avançats, demostra que Catalunya no és aliena a la situació d'emergència mundial per la pèrdua de biodiversitat, que s'apropa al 60%, si bé amb una intensitat menor, un 25%.

Durant dècades, degut a l'expansió industrial i demogràfica, la nostra societat ha estat fent un ús abusiu del rius i els sistemes fluvials en general, especialment a les zones més poblades, fragmentant els hàbitats amb activitats antròpiques, amb la conseqüent degradació dels boscos de ribera, en especial les vernedes mediterrànies, i de les poblacions piscícoles que habiten els nostres rius.

A això se li suma el fet que estem davant d'una nova dinàmica dels rius a conseqüència del canvi climàtic. Una nova dinàmica on guanyen protagonisme fenòmens meteorològics extrems com les sequeres, les riuades, l'augment de la temperatura de l'aigua, etc.

El projecte Life Alnus ha generat coneixement, ha contribuït a la recuperació de les vernedes i altres boscos de ribera, i ha ajudat a divulgar la importància de la vegetació de les ribes i les planes al·luvials, amb una gran complexitat d'ocupació relacionada amb diversos usos humans.

Life Alnus remarca la importància de la governança compartida, ja que els espais fluvials reuneixen una gran diversitat d'interessos socioeconòmics.

I és per això que aprofito aquestes línies per fer una crida en potenciar el treball conjunt de totes les administracions i actors que concorren i tenen interessos en els espais fluvials, per tal de poder assolir un estat de conservació favorable de les vernedes, i per extensió dels espais fluvials, tal i com estem fent en el marc del Departament.

Tant de bo es demostri d'aquí uns anys que la contribució del projecte Life Alnus va ser una peça fonamental per assolir aquest objectiu.

Finalment, vull agrair al Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya i a la resta de socis i sòcies del projecte, així com tots els actors que s'hi han implicat, tot allò que ens ha aportat el projecte Life Alnus per potenciar i millorar les polítiques de conservació de les vernedes que tenim presents a casa nostra, així com la resta dels valors naturals associats als ecosistemes fluvials.

Antoni Trasobares
Director
Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya

El projecte LIFE ALNUS ha tingut com a objectiu la recuperació de l'estructura, les funcions i la bona governança dels ecosistemes de ribera, tenint en compte que són espais humanitzats, alguns amb un ús públic intens. Per tant, la recuperació d'aquests boscos de ribera ha atès els diversos punts de vista de tots els actors que intervenen al riu: administracions, propietaris, usuaris, científics, ecologistes, etc. El LIFE ALNUS ha planificat i actuat en la recuperació de les les dinàmiques ecològiques fluvials, d'acord amb la legislació europea (Directives Marc de l'Aigua, Hàbitats i Inundacions). L'objectiu final és ajudar al sistema fluvial (el riu i les seves riberes) a recuperar el bon estat ecològic, i fer-ho en equilibri amb tots els interessos i objectius dels diversos actors del territori.

El LIFE ALNUS ha aconseguit en els estudis previs assolir una millor comprensió de la problemàtica de conservació dels boscos de ribera en un context de canvi global i, per primer cop a Catalunya, a una escala de conca. El projecte ha tingut en compte les problemàtiques específiques de les tres conques del projecte (Besòs, Alt Ter i Alt Segre): la desaparició dels grans boscos, la regulació hidrològica i la recuperació de l'hàbitat en zones degradades, entre d'altres. Ha abordat la restauració del bon estat ecològic de les riberes a escala de conca hidrogràfica, amb un enfoc d'optimització en la presa de decisions. S'han elaborat uns plans de conservació per les conques del Besòs, Alt Ter i Alt Segre, que engloben 24 ZEC i 950 km lineals d'espais fluvials (485 dins de ZEC i 465 en cursos d'interconnexió de ZEC) de les tres conques fluvials d'actuació.

Els plans de conservació prioritzen on és més eficient realitzar les actuacions de restauració ecològica, utilitzant eines de modelització espacial, com la planificació sistemàtica. La visió del projecte és aconseguir la millora significativa des espais fluvials, aplicant una gestió activa facilitadora dels processos naturals, deixant que l'hàbitat es reorganitzi tot sol, un cop realitzades les accions clau de restauració. Per conèixer el progrés de les accions realitzades, el projecte ha constituït una sèrie d'estacions ecològiques de seguiment que se cedeixen per a la posteritat.

Entre els resultats assolits pel projecte destaquen els següents. Per primer cop s'ha arribat a un acord amb una empresa hidroelèctrica per tal d'aconseguir una regulació de cabals i millorar l'estat de conservació de les zones de ribera afectades. Un altra acció important ha estat ampliar en 970 ha la protecció legal dels sistemes fluvials que encara no estaven integrats dins la Xarxa Natura 2000, en especial aquells trams amb vernedes al·luvials, un hàbitat d'interès comunitari prioritari, quasi desaparegut.

L'altre conjunt d'accions de conservació han consistit la restauració i millora ecològica de l'hàbitat, allí on es trobava degradat o fragmentat. Les accions s'han realitzat en els trams fluvials identificats com a prioritaris en els plans de conservació. Inclouen la millora ecològica de les vernedes mitjançant l'aplicació de mesures silvícoles, la restauració de boscos de ribera fragmentats o allí on han desaparegut i la regulació d'usos de ribera en més de 255 ha. Finalment,

s'han executat 4 projectes demostratius en un total de 162 ha, assajant possibles solucions per a les problemàtiques més complexes que afronti l'hàbitat a escala regional i mediterrània.

En aquest projecte s'ha desenvolupat una forta càrrega de difusió i transferència. En destaquen les activitats d'educació ambiental per a escoles properes a les zones d'implementació. Una altra acció han estat els acords sintetitzats en decàlegs temàtics de propostes consensuades amb els diferents sectors implicats en la gestió i ús dels espais fluvials. S'ha efectuat a partir de 5 aules de debat en àmbits de gestió forestal i ramadera, de centrals hidroelèctriques, de governança municipal, d'acords amb la propietat rural, i d'ús públic.

Des del CTFC treballem per la conservació de la biodiversitat, la gestió sostenible dels sistemes naturals i la planificació del territori. Estudiem la biologia i l'ecologia de les poblacions, els hàbitats i les espècies amenaçades, bioindicadores o clau en el funcionament dels ecosistemes en un context de canvi global. Modelitzem els factors que determinen la distribució de les espècies.

Donem suport a les administracions en la integració i l'anàlisi d'informació de biodiversitat, i en la generació d'eines innovadores de planificació per generar productes que millorin la presa de decisions de gestió dels sistemes naturals, incloent els de conservació de la biodiversitat.

En el context actual, de canvi global, en què el nostre país es mostra molt vulnerable, i en el qual estem constatant una major freqüència de fenòmens meteorològics extrems, com el temporal Gloria, pot ser bon un moment per repensar i reorientar prudentment els criteris de restauració dels espais fluvials. Per exemple, el projecte ha ofert als gestors de l'aigua unes recomanacions de gestió de les restes vegetals (i els sediments) depositats per les crescudes. Un altre producte clau es aquest manual que teniu a les mans. S'hi reuneixen les diferents experiències viscudes amb el projecte. S'hi dedica una atenció especial en la proposta de mesures de conciliació entre conservació i gestió forestal de les riberes.

L'aposta és clara, el projecte LIFE ALNUS ha assumit el repte: millorar el coneixement i conservar els boscos de ribera integrats en el sistema fluvial. Al ser un projecte demostratiu, ha traslladat aquest coneixement a les administracions encarregades de la gestió dels espais fluvials, per fer compatible el seu manteniment i minimització de riscos, amb la conservació dels boscos de ribera i la seva restauració. Els resultats obtinguts poden ser fàcilment transferibles i replicables a altres conques catalanes i del conjunt de la regió mediterrània europea. Aquest és el nostre compromís.

Bosc de ribera a les basses de Gallissà (Bellver de Cerdanya, riu Segre) / Foto: Jordi Bas.

1 /

INTRODUCCIÓ.
PER UNS ECOSISTEMES FLUVIALS FUNCIONALS

1 / **INTRODUCCIÓ.** PER UNS ECOSISTEMES FLUVIALS FUNCIONALS

1.1. Recuperació i conservació de processos ecològics

La vegetació de ribera sempre s'ha entès com un sistema lineal que recorre un curs d'aigua, però quan l'orografia, la dinàmica hidràulica i els usos del sòl ho permeten, aquesta vegetació va més enllà de la galeria, cinyell de les ribes dels rius i rieres, i s'estén a l'ample de les planes al·luvials inundables. Es a les planes al·luvials on els boscos de riu atansen tota la seva esplendor i exuberància, on es poden desplegar, en la seva expressió màxima, les funcions ecològiques múltiples que ofereixen, la biodiversitat riquíssima que atresoren i una bellesa paisatgística particular, que en fa un dels entorns més valorats pels humans.

La regió mediterrània aglutina una gran diversitat de boscos de ribera, des de les vernedes de capçalera a les vernedes, salzedes i alberedes dels terrenys al·luvials, on els cursos d'aigua tenen menys pendent. Tot i que a les capçaleres forestades de muntanya les riberes estan, en general, força ben preservades, a les valls i les planes aquests ambients estan alterats i fragmentats intensament, fins al punt que es calcula que s'han perdut més del 80% dels boscos de ribera de les planes al·luvials europees.

Les vernedes, alberedes i salzedes afins (*Alno-padion*, *Alnio-incanae*, *Salicion-albae*) son Hàbitats d'Interès Comunitari (HIC) designats per la Comissió Europea, de conservació prioritària en el cas de les vernedes. L'informe sobre l'estat i les tendències dels tipus d'hàbitats regulades per la Directiva Hàbitats classifica, durant el període 2013-2018 , com a "desfavorable-dolent" l'estat de conservació dels boscos al·luvials de verneda i altres boscos afins. El seu estat ha empitjorat respecte de l'avaluació del període 2007-2013, quan es van classificar com a "desfavorable-inadequat". La seva evolució, doncs, continua sent desfavorable després de 30 anys de vigència de la directiva Hàbitats i 20 anys d'implementació de la Xarxa Natura 2000. Alhora, la preservació i restauració dels boscos riparis està en plena coherència amb la Directiva Marc de l'Aigua, que té com a objectiu atansar el bon estat ecològic dels rius de la Unió Europea. La memòria de com devien ser les grans selves ripàries es perd en la nit dels temps. Molt probablement ens haurí**e**m de remuntar abans de l'expansió de l'agricultura a les valls més poblades per imaginar com eren.

Catalunya, malgrat la seva discreta extensió, representa una gran diversitat de sistemes ecològics mediterranis, entre els quals hi ha una gran varietat de boscos de ribera. Val a dir que la Xarxa Natura 2000 del territori espanyol conté el 48 % de la superfície de vernedes a la regió mediterrània, gairebé el 15 % de les quals són a Catalunya. De manera que a l'estat espanyol li recau bona part de la responsabilitat de la conservació d'aquest hàbitat a l'Europa mediterrània.

Tot i el repte científic, social i polític que comporta la conservació i recuperació dels boscos de ribera a Europa, avui dia només s'ha resolt mitjançant experiències de restauració aïllades i locals. Dit d'una altra manera: no s'han impulsat projectes europeus centrats en abordar la conservació de les vernedes i altres boscos associats als rius des d'una òptica integral i transversal i a escala regional o de país. Aquest és el repte del projecte LIFE ALNUS, cofinançat pel Programa LIFE Natura i Biodiversitat de la Unió Europea. L'objectiu del projecte LIFE ALNUS és contribuir significativament i de forma estratègica a la millora de la conservació, la restauració i la governança de les vernedes i altres boscos de ribera afins a Catalunya. Engloba com a àrea de treball les conques dels rius Besòs, Ter i Segre, al llarg de més de mil quilòmetres lineals. Aquestes tres conques contenen més del 50,5 % de la distribució geogràfica de les vernedes a Catalunya.

Riu i bosc. El Segre a la Cerdanya / Foto: Jordi Bas.

1. 2. Problemàtica ambiental dels espais fluvials

L'espai o ecosistema fluvial (o ripari-fluvial) està conformat pel curs dels rius i la seva àrea d'influència: lleres habitualment inundades, planes al·luvials que s'inunden temporalment per les crescudes, basses, llacunes i aigua freàtica associada. S'hi desenvolupen hàbitats aquàtics i riparis, relacionats estretament. Són i han estat espais molt aprofitats per les activitats humanes des de temps remots. Amb la Revolució Industrial, van ser aprofitats com a força motriu de fàbriques i subministrament d'electricitat i agua a l'agricultura, indústria i conurbacions urbanes en ple creixement. Tant és així, que el paisatge actual depèn tant dels factors naturals (aiguats, sequeres) com de l'activitat humana agrària, industrial, urbana i recreativa. Malgrat els esforços esmerçats en la seva preservació i millora, els espais fluvials de planes i valls fortament humanitzades estan lluny d'assolir un bon estat ecològic. De fet, els boscos de ribera desplegats en planes al·luvials extenses són paisatges pràcticament extingits a escala ibèrica. Les causes de la seva desaparició són diverses: a continuació es descriuen breument les problemàtiques principals que els afecten.

Contaminació de l'aigua

La contaminació del sistema hídric continental, superficial i freàtic, prové dels abocaments d'origen industrial, agrícola, ramader i domèstic. Tot i que els sistemes de sanejament implantats a Catalunya i al resta de la Unió Europea permeten regular la major o bona part de les aigües residuals urbanes i industrials, es manté encara una contaminació difusa molt important, associada a les activitats agrícoles i ramaderes, que percola cap a les aigües superficials i subterrànies.

Els espais fluvials tenen la capacitat d'autodepurar-se, de descompondre la matèria orgànica que els arriba de forma natural, és a dir, formen part del mateix sistema ecològic (fulles, branques, troncs,...). També poden absorbir part de la càrrega orgànica i de nutrients que prové de les activitats humanes. No obstant això, l'autodepuració depèn de la intensitat, el cabal de cada curs fluvial i del tipus d'abocament. Massa sovint es sobrepassa la capacitat d'assimilació per part del riu i la vegetació de la ribera. Això ho hem pogut observar durant els seguiments d'indicadors biològics (macroinvertebrats aquàtics i peixos) efectuats en el marc del projecte LIFE ALNUS: el trencament d'un col·lector d'aigües residuals urbanes durant pocs dies, el setembre del 2020, va simplificar la qualitat biològica d'un sector del riu Ter al Ripollès, que s'havia començat a recuperar amb l'aplicació d'un règim de cabals ambientals a una resclosa amb aprofitament hidroelèctric.

Extracció d'aigua i variació del cabal

Als rius mediterranis, la densitat d'aprofitaments per al reg o per a la producció d'energia elèctrica és especialment elevada. A tall d'exemple, l'agricultura gasta unes tres quartes parts de l'aigua consumida a Catalunya. La resta es reparteix entre la ramaderia, la indústria i el consum domèstic.

L'extracció d'aigua dels rius comporta que els cabals siguin inferiors als desitjats i, per tant, es generi un dèficit d'aigua, una aportació de nutrients extraordinària i un estrès hídric a la vegetació de ribera. La manca de cabals aigua avall de les preses i rescloses dificulta la supervivència i la regeneració dels verns i altres espècies llenyoses de ribera, que necessiten mantenir sempre les arrels humides o xopes. A partir del LIFE ALNUS, l'Agència Catalana de l'Aigua ha arribat a un acord amb una empresa hidroelèctrica per implementar els cabals ecològics o de manteniment en dues rescloses del riu Ter. El cultiu industrial dels fongs saprobis ha tingut èxit amb moltes espècies (al voltant de 92) mitjançant el control de determinades condicions ambientals, com la temperatura, la humitat, la ventilació i el fotoperíode, amb necessitats diferents en funció del grau de desenvolupament del carpòfor. L'elecció d'un substrat adequat que s'ajusti al contingut enzimàtic de cada espècie i que, a més, respongui a certes condicions estructurals, és imprescindible per a l'èxit de la producció (Delmas, 1989).

La transformació dels espais fluvials

Pel fet de tractar-se de terrenys plans, molt fèrtils i amb recursos hídrics, les valls i planes s'han vist ocupades i aprofitades fortament pels humans. L'espai inundable potencialment es veu en bona o gran part ocupat per usos agrícoles, explotacions ramaderes, extraccions de sediments, la urbanització, la construcció d'infraestructures i aprofitaments forestals intensius. Amb aquesta degradació, s'afavoreix l'erosió i la pèrdua del sòl i l'increment de la contaminació, atès que les plantes retenen el sòl i alhora actuen com a filtres de contaminants. La transformació de les planes al·luvials significa la reducció o pèrdua d'un patrimoni biològic propi i riquíssim. Quan s'urbanitzen, alhora es perd el seu gran potencial de subministrar aliments de proximitat. El seguiment d'indicadors biològics del projecte LIFE ALNUS ha aportat dades valuoses per entendre la distribució d'organismes bioindicadors en relació a l'estat de conservació del bosc de ribera i del medi aquàtic associat amb la matriu paisatgística. Trams fluvials amb un bosc de ribera més extens i complex (amb una diversitat i una maduresa vegetal superiors) contenen una biodiversitat major. Més encara els paisatges amb mosaic agro-forestal o dominats per boscos zonals.

Espècies invasores

Les espècies introduïdes, al·lòctones o exòtiques, genèricament, són aquelles que viuen en un territori del que no són originàries, on han accedit per l'acció humana. Es calcula que aproximadament un 10-20 % de les espècies que arriben al nostre territori tenen la capacitat d'adaptar-s'hi. Entre les naturalitzades un altre 10-20 % tenen una gran capacita de resistència i proliferació. La seva adaptabilitat les permet escampar-se pels ambients naturals i competir i desplaçar espècies autòctones, modificar els ecosistemes i afectar l'economia i fins i tot la salut humana. Es tracta de les espècies invasores.

Els espais fluvials són els ecosistemes amb més facilitat de propagació de les espècies invasores, com els crancs i el visó americans entre les aquàtiques i semi-aquàtiques. La vegetació de ribera autòctona competeix amb espècies de gran capacitat de propagació, com les robínies, ailants, negundos i canyes. Els treballs previs del projecte LIFE ALNUS han permès cartografiar i evidenciar l'expansió de les especies vegetals invasores al conjunt de les tres conques del projecte. L'estratègia per reforçar la vegetació autòctona de ribera ha consistit en identificar i actuar en els trams fluvials on les espècies invasores eren presents però no dominants i es podia recuperar més fàcilment l'espai a partir de la vegetació autòctona ja existent.

Manca de connectivitat ecològica

Els impactes ambientals anteriors fragmenten els hàbitats riparis. A part de les capçaleres de rius de muntanya, a les valls i planes al·luvials s'ha perdut la continuïtat dels boscos de ribera, sovint després de segles d'ocupació humana d'aquests espais. La manca de cabals i les infraestructures

hidràuliques dificulten o impedeixen el moviment i la connexió entre poblacions de fauna, com ha succeït amb l'anguila, que ja ha desaparegut de l'interior del nostre país, però també ha afectat la resta de poblacions de peixos autòctons, que estan en regressió arreu, en d'altres causes perquè tenen moltes dificultats per accedir als seus llocs de fresa (reproducció) o alimentació. L'ampliació de la Xarxa Natura 2000 proposada pel LIFE ALNUS permet donar major cobertura legal als espais fluvials de manera que faciliti la seva governança i recuperació.

Efectes del canvi climàtic

Els espais fluvials mediterranis pertanyen a un àmbit bioclimàtic exposat fortament i vulnerable al canvi climàtic. Els cabals ordinaris dels cursos d'aigua es veuen reduïts i alterats per l'increment progressiu de la temperatura, la reducció de precipitacions i la recurrència més sovintejada d'episodis extraordinaris de sequera i de crescudes. Aquestes condicions bioclimàtiques subòptimes ja evidencien un efecte sobre les comunitats de ribera i molt especialment el vern. El projecte LIFE ALNUS ha pogut constatar con el decaïment observat en els verns de capçaleres de conca té a veure amb les fortes sequeres recurrents. També ha evidenciat l'efecte de les crescudes extraordinàries (temporals Leslie i Glòria) sobre la dinàmica hidromorfològica, del bosc de ribera i de les comunitats de macroinvertebrats i peixos.

Cobertura legal insuficient i governança complexa

Dissortadament, les millors mostres de verneda en molts dels casos no disposen d'una cobertura legal de protecció. Malgrat el gran esforç fet en el desplegament de la Xarxa Natura 2000, pocs espais fluvials de Catalunya troben la seva empara. El projecte LIFE ALNUS ha constatat com part de les millors mostres de verneda en plana al·luvial, extremadament escadusseres, estan fora del paraigües de les Zones Especials de Conservació (ZEC). Es per això que el projecte proposa com una de les accions principals l'ampliació d'aquesta cobertura legal.

D'altra banda, els espais fluvial reuneixen una gran diversitat d'interessos sòcio-econòmics que interaccionen entre ells i fan que la governança dels espais fluvials sigui especialment complexa, si no la més complicada entre els sistemes naturals. No és d'estranyar que sovint s'evidenciïn mancances de coordinació entre sectors implicats, entre figures de protecció a escala europea, estatal i catalana, entre les diferents administracions i entre aquestes i els ciutadans. En conseqüència, es fa evident que cal una revisió de les figures de protecció i dels models de governança imperants.

Catalunya és una de les regions biogeogràfiques europees que més pot avançar en la millora de la situació d'aquest hàbitat, però també un dels que s'enfronta als reptes de conservació més difícils, a causa de la seva densitat de població i la seva desenvolupada activitat econòmica. Alhora, conforma una part del front mediterrani, en el qual les vernedes s'hauran d'adaptar a períodes de sequera més intensos i recurrents com a conseqüència del canvi climàtic. Al respecte, les experiències adquirides amb el projecte LIFE ALNUS i altres projectes similars, tindran un caràcter demostratiu molt valuós.

Herbassar higòfil d'una verneda a la riba de la riera d'Ardenya, conca del riu Besòs, Parc Natural de la Serralada Litoral. Foto: Jordi Camprodon.

1. 3. Les funcions del bosc de ribera

Malgrat la millora substancial de la qualitat de les aigües dels rius, resten grans objectius per resoldre aquest segon decenni del segle XXI: deixar fluir cabals ecològics, minimitzar la contaminació difusa, desurbanitzar les planes al·luvials, restaurar els processos fluvials i els hàbitats riparis. La presa de consciència ciutadana es clau per accelerar la restauració dels espais fluvials. Per desgràcia, el bosc de ribera roman encara incomprès. Persisteix la cultura d'entendre el sistema fluvial i, en participar, la vegetació de ribera, com un factor d'alt risc per a l'activitat humana, quan esdevenen episodis de grans crescudes. La concepció tècnica habitual postula que, enfront el risc d'inundacions, el riu s'ha d'adaptar, per mitjà d'obra de contenció hidràulica i reducció de la vegetació viva o morta. Per altra banda, persisteixen determinats usos tradicionals, com les tallades arreu en l'obtenció de fusta i llenya del bosc de ribera, que mantenen el bosc un estadi de joventut aparent, allunyat dels processos naturals. Sortosament pel sistema fluvial, les extraccions de sediments a expenses del bosc de ribera ja no estan permeses. Un nou paradigma per a la governança dels espais fluvials planteja canviar aquesta tendència a la domesticació i d'explotació intensiva dels rius per un enfoc més ecosistèmic. Posar una mota o una escullera com a reacció a una crescuda que ha inundat uns camps, un càmping o un polígon industrial és traslladar el problema als veïns d'aigües avall, on no hi ha cap correcció hidràulica. Retirar els arbres caiguts pel risc que taponin un pont o tallar arreu una verneda, és perdre funcions ecològiques i serveis ecosistèmics. Si un pont suposadament està en risc pel material transportat per una riuada, és que està malfet. Els pots ben construïts han sobreviscut segles.

El nou enfocament comporta dissenyar els ponts amb unes voltes i seguretat hidràulica que permetin el desguàs i, en conseqüència, reconstruir els inadaptats. Una verneda es pot aprofitar per a fusta mantenint una coberta arbrada permanent. El nou paradigma implica desconstruir les planes al·luvials tenint en compte els períodes de retorn de les grans inundacions. Ja ho ensenya la dita: "prop del riu no hi facis el niu". Tenint en compte aquests precedents i els reptes de futur, només cal recordar les funcions ecosistèmiques essencials que brinden els boscos de ribera en particular i que acaben definint l'ecologia dels rius.

Valor paisatgístic

És coneguda la bellesa singular i extraordinària de la vegetació de ribera: un component fonamental del paisatge, arrelat des d'antic a la contemplació, passejades, trobades vora una font, la pesca... i moltes expressions artístiques. L'esplendor de la vegetació de ribera s'ha exaltat al llarg de la història de l'art. Els boscos de ribera aporten un gran valor estètic i econòmic al territori, amb un interessant potencial recreatiu i ecoturístic.

Efectes de la vegetació de ribera sobre les riuades

La vegetació de ribera és una eina efectiva de gestió de les crescudes del riu, perquè ajuda a retenir el flux d'aigua i a disminuir-ne la velocitat. Les planes d'inundació no urbanitzades escampen en un flux laminar les crescudes en cabal d'aigua, amb tots els materials que transporta, i són la resposta natural al control de les riuades.

L'augment de la rugositat del terreny és el principal element que controla el pas de les riuades. Els arbres i les restes vegetals també ajuden a concentrar els fluxos, formant xarxes de canals i zones d'aigües més tranquil·les, que afavoreixen la retenció d'aigua i la creació de nous microhàbitats. El sediment i les restes orgàniques aportades per una crescuda incrementa la fertilitat del sòl i protegeixen les infraestructures de les inundacions. Durant les riuades, el bosc del riu redueix la velocitat de l'aigua i reté sediments. En canvi, si el riu està canalitzat i el seu entorn està urbanitzat, l'aigua agafa més velocitat i quan es desborda, pot provocar danys greus.

Refugi d'animals i plantes

Els espais fluvials compten entre els ecosistemes més complexes i biodiversos de la Terra. Esdevenen estratègics per al preservació de la bona part de la biodiversitat europea. El medi aquàtic, amb tota la seva idiosincràsia respecte al medi terrestre, està format per les seves pròpies formes de vida. A les riberes, la flora s'hi desplega amb diversitat

Aments de salze blanc (*Salix alba*) a la vora del riu Ter a la comarca d'Osona / Foto: Jordi Camprodon.

espècies de diferents trets ecològics. En el seu conjunt, la vegetació conforma diferents estrats verticals que acullen una fauna típicament forestal i sovint específica dels hàbitats riberencs (per exemple, invertebrats associats a una espècie vegetal concreta). S'estableix, alhora, una interacció molt interessant entre el medi terrestre i l'aquàtic. Les parts en contacte amb l'aigua i submergides del bosc de ribera (arrels, tiges, branques) ofereixen refugi a invertebrats aquàtics, peixos, amfibis, ocells i mamífers. L'emergència d'insectes alats associats a l'aigua, atreu a ocells i mamífers insectívors d'arreu.

Filtre de contaminants

Els boscos de ribera actuen de "filtres verds" de la contaminació. Milloren la qualitat i la transparència de l'aigua, filtrant els sediments en suspensió i absorbint els nutrients procedents d'activitats humanes (industrials, agrícoles i urbanes). Actuen com a bioreactors per depurar la contaminació difusa i una proporció determinada d'aigües residuals.

Regulació del grau d'insolació i temperatura de l'aigua

La vegetació i el percentatge de cobertura d'arbres a la ribera serveixen de regulació de la temperatura de l'aigua i el grau d'insolació que arriba a la llera del riu. Com més ombra a la llera, la temperatura de l'aigua del riu i la riba disminueix, fet que augmenta la diversitat de plantes i animals de l'ecosistema.

Connectivitat ecològica

El medi aquàtic i el bosc de ribera son connectors ecològics de primer nivell, una via ràpida pels moviments de la fauna i la dispersió de propàguls vegetals. Per exemple, la migració d'ocells s'efectua en bona mesura seguint els cursos i valls fluvials. Els espais fluvials permeten connectar poblacions de diferents territoris i conques i faciliten l'intercanvi genètic entre poblacions.

1. 4. Objectius i accions de conservació

El projecte LIFE ALNUS proposa transcendir les experiències locals de restauració de l'hàbitat. Aborda per primera vegada de manera a escala ibèrica, la totalitat de problemàtiques que afecten els espais fluvials a diferents escales: regió hidrogeogràfica, conques hidrològiques, ZECs i trams d'actuació prioritària. Ho fa de manera transversal i integrada, incloent la planificació, gestió, restauració i governança dels espais fluvials, inclòs el seguiment ecològic i de les actuacions, aplicable a llarg termini.

L'objectiu principal es avançar en la conservació a escala regional i europea de les vernedes* i altres boscos de ribera afins, a partir de la seva restauració i millora en tres conques fluvials: Segre, Ter i Besòs. L'experiència adquirida ha permès aprofundir en la comprensió de les problemàtiques i en la resolució dels principals reptes i dificultats que planteja la conservació dels espais ripari-fluvials a escala de conca, tant des del punt de vista tècnic-científic, com social i administratiu. L'experiència adquirida té un caràcter demostratiu molt valuós, transferible i replicable en allò reeixit i en lliçons apreses de tot allò que ha fallat, a altres conques fluvials, en especial als països mediterranis.

* Segons la Directiva Hàbitats, boscos al·luvials d'*Alnus glutinosa* i *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion, Alnio incanae, Salicion albae*). Codi 91E0 *

Eixos estratègics i de treball

La totalitat d'accions previstes en el LIFE ALNUS han estat projectades a les diferents escales que governen els ecosistemes fluvials: la geogràfica (Catalunya), la funcional o d'unitat de conca (Besòs, Ter i Segre) i el del continu fluvial (trams seleccionats per actuar). Els estudis cartogràfics previs han evidenciat una situació més crítica de l'esperada: en l'àmbit de les tres conques ALNUS només s'han trobat 316 ha de vernedes (184 ha al Segre, 106 al Ter i 26 ha al Besòs), molt per sota de les esperades fent un vol d'ocell per sobre la xarxa fluvial. S'hi afegeixen 2043 ha de bosc de ribera amb presència de vern i 432 ha de boscos riparis sense vern.

Aquesta informació prèvia inclou la localització d'elements d'impacte, com la coberta d'espècies espècies vegetals invasores. Constitueix la informació de base per a l'elaboració dels "Plans de restauració i conservació de l'hàbitat" a escala de cada conca. Els plans tenen com a objectiu restituir a llarg termini la continuïtat dels hàbitats riparis dins la Xarxa Natura 2000. La restauració del continu fluvio-ripari permet alhora la interconnexió de totes les ZECs del territori. L'estratègia del pla de cada conca passa per la selecció i priorització de trams fluvials clau per a la de conservació i restauració dins el conjunt del continu fluvial. Per fer-ho possible, s'ha basat en eines estadístiques de presa de decisions: models d'indicadors multicriteri i models de planificació sistemàtica. El capítol 2 exposa com s'han elaborat els estudis previs i la planificació.

El projecte partia de la base que la millor opció per a restaurar els espais fluvials és la recuperació de dinàmiques naturals. És a dir, és el mateix riu que es regula amb la recuperació de cabals i la dinàmica de sediments i el règim de crescudes. Aquesta restauració passiva és possible quan els factors d'impacte han desaparegut o disminuït significativament. Això no sempre és possible o no és possible del tot. Per tant, des del projecte apostem per implementar accions de restauració activa que ajudin a rehabilitar processos naturals. Ajudem al sistema fluvial retirant motes, barreres, restituint cabals, plantant, retirant espècies invasores i millorant l'estructura del bosc amb treballs silvícoles i plantant, amb l'objectiu que sigui finalment el riu qui s'organitzi i es recuperi per si mateix.

Millora de l'estratègia de protecció legal de l'hàbitat

El projecte LIFE ALNUS completa l'estratègia catalana de conservació de l'hàbitat, a través del reforç del perfeccionament i increment de la protecció d'espais naturals que emana de la Directiva Habitats. La Xarxa Natura 2000 protegeix els espais naturals més importants de la Unió Europea, que contenen hàbitats i espècies de flora i fauna d'interès comunitari, a causa del seu estat

de conservació precari. Amb aquesta finalitat, s'articularen tres accions complementàries: (i) La millora de la delimitació de les ZECs preexistents, (iii) la creació de noves ZECS, (iii) la millora de la interconnexió entre totes elles dins de cada conca.

Un protecció legal superior ha de permetre prioritzar i millorar l'estat de conservació dels espais fluvials. Per això s'ha treballat estretament amb la Direcció General de Polítiques Ambientals i Medi Natural (DGPA) de la Generalitat de Catalunya, que és l'òrgan competent en la planificació de la Xarxa Natural 2000 al país. La selecció d'espais s'ha basat en els estudis previs (capítol 2) i en els tràmits administratius endegats per la DGPA, que inclouen un procés participatiu amb la totalitat de grups d'interès, administracions competents, i agents territorials i socials implicats. Es preveu ampliar la xarxa Natura 2000 als espais fluvials de les conques del Segre, Ter i Besòs en unes 970 ha (capítol 9).

Restauració de la continuïtat i qualitat ecològica de l'hàbitat

Els anys de polítiques i actuacions de conservació i preservació no sempre han incidit en la generació de coneixement i transferència dels processos ecològics. Però sí que cada cop més es té en compte i es prioritza la recuperació del funcionament ecosistèmic com a objectiu holístic i principal, per la bona salut dels ecosistemes i, també, per ajudar a evolucionar i augmentar el seu valor ecològic al llarg del temps.

En el cas dels boscos de ribera, com altres hàbitats forestals, és important posar en valor la continuïtat dels hàbitats, que permet afavorir la connectivitat ecològica interna. S'han implementat accions de restauració del bosc de ribera en trams degradats, però que encara conserven una potencialitat ecològica òptima -i que per tant no pateixen problemàtiques singulars de complexa resolució- identificats com a prioritaris en els plans de conservació.

Les accions s'han centrat en i) la reconnexió del continu fluvial (desfragmentació de l'hàbitat); ii) la reintroducció de l'hàbitat en subconques i trams extensos en què ha desaparegut; (iii) la millora de l'estructura vegetal del bosc i de la seva biodiversitat, a través de treballs silvícoles de diversa tipologia, (capítol 3); (iv) el control d'espècies exòtiques invasores (capítol 4). Les actuacions s'han orientat a mode d'experiències demostratives de gestió forestal de l'hàbitat i de la biodiversitat associada, en contextos ecològics i socials dispars i representatius de les diverses problemàtiques detectades. Un resultat transferible ha consistit en unes orientacions tècniques per a la gestió forestal sostenible de l'hàbitat (capítol 3). Per tal de protegir, millorar i conservar els boscos de ribera, s'ha necessitat arribar a acords amb els diversos tipus de propietats de l'espai, particulars, empreses i organismes públics. Al llarg del projecte s'han tancat acords amb 17 propietats particulars, 2 empreses i 3 propietats públiques (capítol 10) de les conques del Ter i del Besòs.

Projectes pilot demostratius de restauració hidromorfològica i de cabals

Dins de cada conca s'han escollit, com a experiències pilot, trams fluvials que aglutinen una representació adequada de les diferents problemàtiques que afecten els boscos riparis mediterranis en plana al·luvial i que per la seva complexitat requereixen de la implementació i assaig d'enfocaments tècnics nous i singularment complexos. És el cas de trams fortament incidits, intensament degradats o amb forta regulació del règim hidrològic. Els projectes pilot han consistit en: i) eliminació i retranqueig de barreres i restitució de la verneda desapareguda en el tram urbà del Congost (conca del Besòs) en la conurbació de Granollers, 72 ha; ii) restauració de la dinàmica hidromorfològica de sediments i retirada de barreres en dues illes fluvials del Ter mitjà a la comarca d'Osona (19,2 ha), capítol 6; iii) restauració hidromorfològica i de la verneda en plana al·luvial del Segre, a Bellver de Cerdanya (4,5 ha), capítol 7; iv) recuperació de cabals en dues centrals hidroelèctriques del Ter, un riu intensament regulat hidromorfològicament, capítol 8.

Divulgació

El projecte LIFE ALNUS ha entomat la presa de consciència envers la importància del espais fluvials de la població riberenca de les conques pilot mitjançant activitats educatives (escoles), formatives (jornades) i de difusió (vídeo, exposició, materials diversos). Es va emprendre un procés de millora de la governança a partir d'aules de debat. El seu objectiu era discutir i

arribar a consensos que conciliïn valors ambientals, activitats econòmiques i usos socials dels espais fluvials (capítol 10). S'han adreçat als gestors dels espais naturals, els enginyers forestals i hidràulics, els propietaris de finques rústiques amb riberes, els ajuntaments, les empreses hidroelèctriques i extractives, les entitats naturalistes, ecologistes i/o de custòdia del territori i els col·lectius que realitzen activitats recreatives a les riberes.

Seguiment i transferència

S'han dut a terme un seguiment de diferents indicadors aquàtics i riparis, emprant indicadors hidromorfològics, macroinvertebrats aquàtics, peixos, flora i vegetació, ocells i mamífers (capítol 8). El seguiment biològic ha permès, en un primer mostreig extensiu, relacionar bioindicadors amb la complexitat de l'estructura del bosc de ribera i del paisatge matriu. Com a segon objectiu, el seguiment permetrà avaluar la resposta, a curt i a llarg termini, dels indicadors hidromorfològics i biològics a les accions de millora i restauració de l'hàbitat. Finalment, els resultats i conclusions derivades els estudis previs i del seguiment de bioindicadors han constituït una informació bàsica a integrar en la planificació de les actuacions del projecte LIFE ALNUS i la gestió adaptativa posterior i seva la replicabilitat a altres conques hidrogràfiques.

El manual que teniu a les mans vol sintetitzar l'estat de la situació de les riberes i les accions empreses en el marc del projecte LIFE ALNUS www.lifealnus.eu, amb l'objectiu de contribuir a la conservació de les vernedes i boscos de ribera afins dels espais Natura 2000 a Catalunya. Aquest projecte espera haver contribuït de manera decisiva en la conservació, la restauració, la governança i la difusió dels valors naturals dels boscos riberencs. Alhora, valoritzant les vernedes com un hàbitat emblemàtic, el projecte i, com a extensió seva, aquest manual, volen contribuir a la promoció i la protecció del patrimoni natural i cultural dels espais fluvials de la Mediterrània.

Els coordinadors

El Segre a la Cerdanya és un dels millors exemples a Catalunya de riu lliure de grans impediments artificials / Foto: Jordi Bas

Plana al·luvial del riu Ter, en el seu curs mitjà. Espai on s'hi han efectuat accions de restauració en el LIFE ALNUS i que s'incorporarà a la Xarxa Natura 2000 / Foto: Jordi Bas.

2 /

METAECOSISTEMES I METARESTAURACIÓ: EL LIFE ALNUS, UNA EXPERIÈNCIA DE DIAGNÒSTIC I RESTAURACIÓ DE SISTEMES FLUVIALS I AL·LUVIALS A ESCALA REGIONAL

2 / **METAECOSISTEMES I METARESTAURACIÓ:** EL LIFE ALNUS, UNA EXPERIÈNCIA DE DIAGNÒSTIC I RESTAURACIÓ DE SISTEMES FLUVIO-AL·LUVIALS A ESCALA REGIONAL

Guillermo García, Roger Pascual, Oda Cadiach, Adrià Balart, Jaume Solé i Margarita Manzano
MN Consultors en Ciències de la Conservació

2. 1. Introducció a una crisi biològica: el *metaecosistema fluvio-ripari* mediterrani i els seus boscos al·luvials

Importància ecològica i biològica del metaecosistema fluvial ripari

Els *ecosistemes no fluvials* s'expressen espacialment com a recintes, taques o formacions habitualment circumscrivibles en el paisatge, i poden concebre's, tant des del punt de vista estructural com funcional, com a peces, subunitats o òrgans constituents del complex *organisme* que és el mosaic ecològic i biològic global de cada bioma. Les seves principals funcions són igualment concretes i aïllables, i sovint compartides amb altres ecosistemes i, si bé les seves biocenosis sostenen una fracció de la biodiversitat continental total, habitualment ho fan de manera solidària al costat d'altres paisatges ecològics anàlegs (en ells, la major part d'organismes depenen de més d'un ecosistema).

En contraposició amb els anteriors, els *ecosistemes fluvials* segueixen una organització i obeeixen a una lògica funcional diferent: configuren la base estructural sobre la qual es desenvolupa la interconnexió o assemblatge funcional de la resta d'ecosistemes, és a dir, del mosaic ecològic territorial. Al mateix temps desenvolupen funcions essencials en la sustentació i evolució de tots aquests ecosistemes que participen de la matriu ecològica de cada territori, i en la del bioma en general. Dit d'una altra manera, no són un òrgan més, sinó el *sistema* a través el qual es concentra i té lloc gran part de la regulació i reorganització física (matèria), energètica i metabòlica del bioma (Schlesinger & Bernhardt, 2013). Desenvolupen, per tant, a cada sistema ecològic i bioma, i en exclusivitat, les funcions de regulació més essencials (Hynes, 1975; Hornung & Reynolds, 1995; Giller & Malmqvist, 1998; Sabo & Hagen, 2012; Allan et al., 2021).

Com a exemple, la xarxa fluvial és l'espai del territori on es produeix la descomunal reordenació del material continental erosionat dins de cada conca, i la regulació de l'energia potencial derivada d'aquest procés. La xarxa de corredors fluvials assumeix en exclusiva les funcions de recol·lecció, transport, i reorganització de tot el material litològic continental erosionat dins de cada conca, la integració i l'evacuació dels fluxos superficials generats per la fase terrestre del cicle de l'aigua, i la redistribució entre ecosistemes de la producció primària (matèria orgànica i nutrients), o bé l'exportació d'un apart d'aquesta producció vers al medi litoral i marí. Es així com, al minúscul espai que ocupa la xarxa hídrica, amb la participació dels processos de vessant, té lloc l'arribada de fluxos massius del material erosionat, i la seva integració i concentració progressiva al llarg del temps. Periòdicament, a mode de polsos propiciats per escenaris hidrològics extrems, es genera una ingent mobilització i la *hiperconcentració* d'aquests sediments disgregats i acumulats en condicions d'inestabilitat i llestos per ser mobilitzats, els quals, impulsats pels cabals de crescuda, poden derivar en fluxos i processos morfodinàmics extraordinàriament energètics -quasi comparables als tectònics i volcànics- capaços de provocar en escales temporals relativament breus la desconstrucció física i la nova creació de paisatges i ecosistemes fluvials sencers.

En conseqüència, d'aquest esquelètic espai en depèn tota la regulació energètica i el modelatge geomorfològic continental i, a través d'ell, també

el control de la base física - topogràfica i litològica- sobre la qual s'edifica la matriu ecològica de cada conca, i les condicions sedimentològiques i hidrològiques de tots els ecosistemes que aquesta interconnecta i drena. Es tracta, doncs, d'un *sistema en xarxa - integral i continu* - a través del qual tenen lloc els enormes intercanvis de materials i els processos energètics necessaris per a l'edificació de la base física dels nous ecosistemes de les cubetes i del fons de vall, així com del litoral marí, a costa de l'erosió litològica i el remodelatge permanent dels ecosistemes d'altura (propis dels relleus tectònics positius) (Allan et al., 2021).

També en referència als cicles de matèria i energia, una altra funció d'igual importància que desenvolupen aquests ecosistemes és la regulació i la reorganització espacial entre ecosistemes dels components dissolts i materials particulats inorgànics, la matèria orgànica (biomassa) produïda pel seu mantell biocenòtic, i els nutrients. L'hidropaisatge és un sistema fonamental que fa possible la redistribució i l'intercanvi espacial dels components inorgànics, matèria orgànica i nutrients dins del mosaic biològic de la conca, i que té, per tant, un paper essencial en el transport i la regulació d'aquests components entre els diferents ecosistemes fluvials i extrafluvials (mitjançant fluxos d'intercanvi, retenció o eliminació), així com al llarg del corredor aquàtic i ripari, i entre els medis terrestre i marí (Thorp & Delong, 1994; Baxter et al. 2005; Marczak et al., 2007; Sabo & Hagen 2012; Schlesinger & Bernhardt, 2013; Marleau et al., 2020).

L'entramat fluvial és, a més, l'estructura paisatgística més fonamental, la que fa possible un intercanvi biològic i genètic entre tots els nivells d'organització ecològica (hàbitats, ecosistemes, bioma), i que es converteix, en conseqüència, en un dels principals mecanismes sobre els quals descansa la plasticitat i resiliència ecològica a escala inter i macroterritorial. I no s'acaba aquí: la xarxa hidrològica continental i els ecosistemes que duu associats conformen els espais i les connexions preferents (amb una influència bidireccional) entre el paisatge hidrològic i biològic superficial i el subterrani; és a dir, entre els ecosistemes terrestres i els ecosistemes subterranis, i entre aquests darrers i el medi marí.

En definitiva, l'*ecosistema fluvio-ripari* (*EFR*) constitueix el sistema ecològic més complex, multifuncional i essencial de cada bioma, i d'ell depèn el funcionament orgànic del conjunt del seu mosaic ecosistèmic, i viceversa. En certa manera, és el sistema circulatori a través del qual, i dins de cada conca, les reordenacions ecohidrogeològiques són possibles. Es tracta d'una estructura dendrítica, quasi fractal i transecosistèmica, és a dir, que arriba a influenciar i connectar cada centímetre quadrat de cada territori, i sobre la qual descansen les interaccions i les interdependències ecològiques a qualsevol escala paisatgística (Tockner et al., 2002). La seva lògica funcional respon a un sistema d'integració progressiva i d'interconnexió subordinada —prioritàriament direccional, però no exclusivament (Schulz R, 2015)— dels diversos compartiments i nivells d'organització (conques, subconques, vessants, xarxa fluvial) (Thorp et al., 2008).

Per això, els *ecosistemes fluvials riparis* (EFR) desborden en certa manera la concepció clàssica d'*ecosistema* (Schlesinger & Bernhardt, 2013): són sistemes que tenen un paper important en la regulació ecològica transversal de la matriu ecosistèmica global dels tres elements que governen la xarxa de la vida (matèria, energia i informació) a diferents escales temporals i espacials (Marleau et al., 2020). En aquest sentit, han d'emmarcar-se dins del concepte de *metaecosistemes* (Gounand et al., 2017; Cid et al., 2021). En aquesta idea es basen alguns conceptes emergents com el de *Model de Contínuum de Conca* (en anglès, Watershed-Continuum Model o WCM) (Stevens L. et al., 2020; Stevens L. et al. 2022), segons el qual els EFR són sistemes complexos, oberts i transterritorials, que uneixen la xarxa arborescent d'hàbitats aquàtics, de ribera i al·luvials —inclosos tots els elements i cossos hídrics (zones humides d'origen fluvial, canals, zones hiporrèiques, aigües subterrànies, surgències i brolladors, boires de fons de vall, etc.)— amb els dominis hidrogràfics dels vessants i els seus ecosistemes, i que poden ser concebuts en realitat com una *continuïtat ecohidrogeomorfològica* que implica tota la conca, unint processos físics, biològics i socioculturals mitjançant dinàmiques que tenen lloc a totes les escales espaciotemporals (Tockner et al., 2002; Allan et al., 2021; Jacquet et al., 2022; Stevens et al., 2022).

Més enllà d'aquesta funció metaecosistèmica com a regulador orogràfic i geomorfològic del paisatge i com a organitzador espacial dels processos ecològics de cada conca, l'EFR constitueix en si mateix el mosaic ecològic més complex, heterogeni i biodivers, a més de dinàmic —plàstic en l'espai i el temps—, dels biomes continentals. No en va, els sistemes aquàtics d'aigua dolça exhibeixen les més altes xifres de biodiversitat conegudes en medis

continentals (Dudgeon et al., 2006; Maes, 2010; Tierno de Figueroa et al., 2013; Hitt et al., 2015; UICN, 2022). De la seva superfície reduïda (són només l'1 % de la superfície planetària) en depèn la conservació d'una fracció desproporcionadament elevada de la biodiversitat global (el 10 % dels organismes coneguts) (WWF, 2020); el percentatge d'espècies directament dependents d'aquests ecosistemes s'eleva a més d'un terç (>33 %) si parlem del grup biològic dels vertebrats (42 % de peixos, 70 % d'amfibis, 5 % de rèptils, 9 % d'aus i el 6 % dels mamífers) (Maes, 2010).

Aquesta elevadíssima i intrínseca biodiversitat s'explica per factors múltiples (Gregory et al., 1991; Naiman & Décamps, 1997; Naiman et al., 2005; Stanford et al., 2005; Wohl, 2016): (i) habitualment són sistemes altament productius, (i) estan constituïts per un mosaic d'hàbitats excepcionalment heterogeni i dinàmic (canviant) des del punt de vista espacial i temporal; (ii) transiten, i fusionen, la successió altitudinal de paisatges ecològics; (iii) interconnecten i interactuen ecològicament —i, per tant, evolutivament— amb les biocenosis de tots els ecosistemes que conformen el mosaic ecològic de cada conca a través del *contínuum de conca*, i aquestes amb el medi marí; (iv) són alhora un ecotò ecològic (lateral, vertical i longitudinal) que acull i imbrica mitjans i comunitats aquàtiques, semiaquàtiques i terrestres, i (v) són el principal connector orogràfic i hidrològic de qualsevol paisatge, perquè connecten diferents tipus de biocenosis fluvials entre si al llarg de l'eix fluvial (longitudinalment), i a totes i cadascuna d'elles amb les dels ecosistemes subterranis i marins (per exemple, hàbitats i comunitats fluvio-marines de transició, comunitats piscícoles diàdromes, estigòbies i crenobionts, etc.).

En definitiva, la importància biològica intrínseca del metaecosistema fluvio-ripari és enorme: a més de tota aquesta biodiversitat *directament* dependent del mosaic ecològic ubicat al corredor fluvial i ripari, les funcions que aquest desenvolupa en el funcionament ecològic integrat de la conca són essencials i, per tant, també en depèn *indirectament* el teixit biològic global.

En aquest sentit, podem dir que el metaecosistema fluvio-ripari té una funció protectora, o "paraigües": sens dubte es tracta de l'ecosistema més estratègic i insubstituïble en la conservació de la biodiversitat continental.

Per acabar, cal destacar les funcions i recursos importants que els espais fluvials aporten a la nostra espècie. Són molt probablement els paisatges més amables topogràficament, també els més productius, i alhora ofereixen el millor escenari d'accés directe al medi hídric. A més del recurs espacial com a paisatge amable, habitable, productiu (agronòmic, forestal, piscícola) i amb accés a l'element més essencial (l'aigua), l'EFR desenvolupa funcions i aporta serveis ecosistèmics insubstituïbles: és l'únic espai capaç de canalitzar i evacuar el trànsit de material erosionat al medi epicontinental (terrestre); participa en el filtre i el reciclatge de nutrients, en la reordenació de compostos orgànics i minerals, en el control dels gasos d'efecte hivernacle (CO_2, metà) i en la regulació del clima; mitiga les pertorbacions hidràuliques (avingudes) i és un recurs cultural i turístic de primer ordre. Per tot això, es considera que és clau per l'adaptació i la supervivència de la nostra societat (Naiman et al., 2005; Elosegui & Sabater, 2009; Riis et al., 2020; Havrdová et al., 2022). Tant és així que el medi hídric ha guiat i explica, fins a extrems inesperats, l'evolució dels homínids (Cuthbert & Ashley, 2014), així com la configuració actual de l'ocupació del territori, l'organització de les nostres societats, i l'arquitectura dels nostres paisatges.

En conclusió, els ecosistemes fluvials són el compartiment ecològic que aglutina més riquesa biològica i ecològica, desenvolupa més funcions en el manteniment del mosaic ecològic global, ofereix més recursos naturals i major nombre de serveis ecosistèmics, i que més ha influït en l'esdevenir de la nostra espècie.

La problemàtica de conservació de les vernedes i altres ecosistemes al·luvials mediterranis

Malgrat la immensa i insubstituïble importància ecològica i biològica que tenen els ecosistemes fluvials i riparis, sempre han estat —juntament amb el medi litoral— l'espai més cobejat per l'home. Com a conseqüència, s'han ocupat i explotat àvidament fins a considerar-se l'ecosistema més castigat a l'actual escenari de crisi ecològica de l'Antropocè: la proporció més gran d'espècies conegudes extingides o amenaçades viu en ecosistemes d'aigua dolça (Costelo, 2015), i aquests són els que avui dia pateixen la pèrdua de biodiversitat més acusada de tots els ecosistemes (Ricciardi &

Rasmussen, 1999; Sala et al., 2000). Cal destacar que aquest empobriment biològic es concentra de manera especial a tots els dominis planetaris del bioma mediterrani, un dels principals punts calents de biodiversitat (Myers et al., 2000), a on la fragilitat dels hidropaisatges és màxima. I, dins d'aquest bioma, és a les conques hidrològiques circummediterrànies on la transformació de l'ecosistema fluvial ha estat més precoç, incisiva i persistent. Va començar amb l'assentament dels homínids durant la revolució neolítica i el posterior esclat cultural de les primeres civilitzacions (especialment des del Calcolític) i els grans imperis i cultures antigues, medievals i modernes; un procés en què la xarxa fluvial va exercir de via de propagació i intercanvi cultural i tecnològic d'aquestes civilitzacions i va afavorir-ne, així mateix, el seu assentament i desenvolupament, ja mil·lenari.

Però dins de la greu situació que pateix l'EFR europeu i mundial, són més concretament els ecosistemes deposicionals de tipus al·luvial els que suporten una major pressió i experimenten la crisi biològica més preocupant. I és que la degradació esmentada dels ecosistemes aquàtics i riparis, i la pèrdua de biodiversitat associada, es concentra molt especialment en els trams mitjans i baixos de les conques; és a dir, en els ecosistemes de caràcter més al·luvial.

Hi ha diverses raons. D'una banda, en comparació amb els rierols de muntanya i els torrents de capçalera, les terrasses fluvials i les planes al·luvials són els sistemes topogràficament més amables, accessibles i exposats a la transformació, així com els dominis territorials més rics en recursos i, en definitiva, els més desitjats i aptes per a ser explotats. Per això, les grans planes al·luvials i els fons de vall han esdevingut els paisatges més castigats i transformats secularment per l'acció antròpica. Són, a més, els més escassos de manera natural, atès que el caràcter dendrític invers de la xarxa hidrològica fa que el nombre de cursos subrogats aigües amunt (trams superiors) augmenti de manera exponencial en nombre respecte als grans -però escassos- *eixos fluvials principals*. Finalment, la lògica estructural i funcional d'aquests ecosistemes (la integració jerarquitzada de processos i dinàmiques) fa que totes les pressions infringides a qualsevol punt de la conca o del seu ecosistema fluvial -geomorfològiques, hidrològiques o químiques- es traslladin i es concentrin progressivament al llarg de la xarxa hidrològica (Hornung & Reynolds, 1995; Poff et al., 1997; Yates & Bailey, 2006).

La gravetat de l'ocupació selectiva que han patit els sistemes al·luvials és de tal magnitud que s'estima que en les darreres dècades hi ha hagut una pèrdua de més del 50 % de les planes i planícies deposicionals del planeta i que aquesta ha estat fins i tot superior al 80 % a Europa i Amèrica del Nord (Davidson & Finlayson, 2018).

D'altra banda, per analitzar l'impacte que ha tingut aquesta transformació del paisatge al·luvial en la pèrdua de biodiversitat, cal tenir en compte que, malgrat que el medi hídric i el medi ripari són vistos com a dos àmbits espacials i ecològics gestionables des d'estratègies i polítiques parcialment segregables, la veritat és que l'un i l'altre estan íntimament vinculats i són interdependents, fins al punt que la conservació d'un està íntimament supeditada a la de l'altre. De la mateixa manera que els boscos riparis depenen del sistema hídric que els sosté, tampoc seria possible la conservació de les biocenosis aquàtiques sense el paraigua protector i regulador dels boscos de ribera. Per tant, dels boscos al·luvials en depenen tant la biodiversitat estrictament aquàtica com la pròpiament ripària.

Podem dir, en resum, que els boscos dels grans sistemes deposicionals (sistemes de terrasses fluvials i planes al·luvials) no són tan sols un element indispensable per mantenir les funcions ecològiques del mosaic biològic de la conca com a part del *metaecosistema fluvial* del qual formen part; són formacions forestals que protegeixen i regulen els hàbitats i les comunitats aquàtiques que viuen al seu interior, i són en si mateixes una estructura ecològica exuberant que acull biocenosis compostes per espècies tan exclusives (pròpies) com ecotòniques (compartides amb els hàbitats i ecosistemes confrontants), altament complexes, dinàmiques i extremadament riques des del punt de vista biològic. En condicions naturals, el sistema ripari al·luvial es considera el mosaic ecosistèmic més divers, dinàmic i complex de la porció terrestre del nostre planeta (Erős et al., 2019). En aquest sentit, cal no oblidar que, atès que els ecosistemes fluvio-ripícoles uneixen i imbriquen multitud d'ambients aquàtics, semi-aquàtics i terrestres, els corredors espacials que dibuixen les seves riberes constitueixen dominis ecotònics tridimensionals, de tal amplitud i complexitat ecològica que més del 60 % de les espècies biològiques del planeta hi habiten d'una manera o altra (Elosegui & Sabater, 2009).

Previsiblement, l'erosió de tota aquesta biodiversitat biològica a l'ecosistema fluvio-ripari no és homogènia. Atès que la seva ecologia i les seves biocenosis experimenten una successió al llarg del continu fluvial, i també al llarg de la seva dimensió transversal (Vannote, 1980; Ward, 1989), les comunitats biològiques representatives dels grans boscos deposicionals dels fons de vall i les planes al·luvials, i molt especialment les característiques de les formacions forestals més externes (perifèriques) i madures (i tots els hàbitats associats), són avui dia un sistema biològic fluvial empobrit i que pot considerar-se en perill d'extinció, també a la península Ibèrica (Berastegui et al., 2015).

Les planes i els seus boscos al·luvials han estat descrits com a *sustentadors essencials del paisatge* ("lifelines of the landscape"): proporcionen serveis ecosistèmics d'importància global i són «desproporcionadament» mereixedors d'atenció urgent com a ecosistemes clau (Erős, 2019; Riis et al., 2020). Tanmateix, són un paisatge sense pràcticament expressions prístines, que ha perdut la major part de les seves funcions naturals, i que ha estat identificat com un dels ecosistemes més amenaçats del planeta (Tocker et al., 2008; Brown et al., 2018; Havrdová et al., 2022).

En el cas concret de l'Europa temperada i part de la seva regió mediterrània, els boscos que abans presidien els marges dels corredors fluvials de muntanya, en galeria, i gran part de les àmplies planes al·luvials eren les vernedes o boscos al·luvials d'*Alnus glutinosa*, amb d'altres espècies forestals acompanyants.

Tot i que el bosc va definir el paisatge fluvial centreeuropeu i atlàntic, i en gran manera també el d'una part de la regió mediterrània, el progrés dels darrers segles ha propiciat que avui els boscos al·luvials d'*Alnus glutinosa* es trobin en una situació crítica. Les vernedes que formen grans boscos o selves de caràcter més al·luvial han anat progressivament desapareixent arreu d'Europa. Actualment, la seva existència està impossibilitada per l'ocupació agrícola i l'acció urbanitzadora antròpica. Els experts coincideixen en el fet que han esdevingut un paisatge homogeneïtzat ecològicament, biològicament empobrit, residual, fractal o discontinu, i del qual se'n conserven tan sols fragments, principalment representatius de les seves expressions més higròfiles (boscos de marge fluvial) (Havrdová et. al., 2022). El seu delicat estat de conservació va motivar-ne llur designació com a Hàbitat d'Interès Comunitari Prioritari, mitjançant la seva inclusió a l'Annex I de la Directiva 92/43/CEE, relativa a la conservació dels hàbitats naturals i de la flora i fauna silvestre (Directiva Hàbitats), sota la denominació de «Boscos al·luvials d'*Alnus glutinosa* i *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion, Alnio incanae, Salicion albae*) [Codi 91E0*]».

Tot i ser un hàbitat amenaçat que gaudeix de la màxima protecció en el marc de les polítiques europees des de l'any 1992, els informes de seguiment elaborats per la UE en aplicació de l'article 17 de la Directiva d'Hàbitats revelen un estat de conservació preocupant que no sembla que millori en els períodes successius sexennals analitzats (CEC, 2022). En definitiva, atesa l'enorme proporció de la biodiversitat global que depèn directament o indirecta dels corredors riparis i dels seus boscos al·luvials de verns, la seva degradació ecològica explica en gran part la crisi biològica europea actual.

Els boscos al·luvials de verns ibèrics i la seva conservació a Catalunya

D'acord amb els estudis desenvolupats en el marc del *LIFE ALNUS*, el territori espanyol engloba el 48,2 % de la distribució geogràfica de l'hàbitat 91E0*, i el 56,3 % de la superfície real a la bioregió mediterrània europea. Catalunya, per la seva banda, acull el 26,1 % de la superfície total de vernedes de la regió biogeogràfica mediterrània espanyola, fet que representa el 14,7 % de la superfície total de l'hàbitat mediterrani de tota Europa. Per tant, la càrrega més gran de responsabilitat quant a la conservació de l'hàbitat (i de tota la biodiversitat que en depèn) a l'Europa mediterrània recau en l'Estat espanyol (MN Consultors, 2019).

Tanmateix, l'evolució de l'hàbitat sembla que segueix una tendència desfavorable: mentre que al primer informe de seguiment de l'hàbitat per al conjunt de la regió biogeogràfica mediterrània europea per al període 2007-2012 reportava un estat «desfavorable-inadequat» (categoria U1), l'avaluació del període 2013-2018 degrada

[1] Atès que la Directiva 92/43/CEE defineix com a hàbitat els boscos riparis i les selves al·luvials dels ecosistemes fluvials riparis deposicionals, en aquest estudi acceptem i emprem el terme Hàbitat 91E0* com a sinònim de bosc al·luvial dominat o codominat per l'*Alnus glutinosa.*

aquesta situació fins a la categoria més baixa, la de «desfavorable-greu» (U2) (CEC, 2022). En el cas concret del context geogràfic del territori espanyol, la superfície ocupada per l'hàbitat dins de la seva àrea de distribució (regió mediterrània espanyola) ha estat classificada com a «greu» (U2) (Calleja, 2009). D'altra banda, com es podia preveure, l'avaluació de la «perspectiva de futur» per a les vernedes mediterrànies espanyoles és «inadequada» (U1) en zones muntanya, però assoleix la qualificació més baixa («greu», U2) en cursos mitjans i baixos, fet que s'atribueix a la destrucció directa dels dominis deposicionals al·luvials a mans de les activitats agrosilvícoles i l'urbanisme (Calleja, 2009).

La conservació de les vernedes de Catalunya és igualment important i estratègica. No només per la rellevància quantitativa de la superfície que sosté la regió, sinó també per la variabilitat de formes ecològiques de l'hàbitat que acull (MN Consultors, 2020) (s'ha destacat Catalunya com la regió que té la diversitat més gran d'ambients del territori actual de la Unió Europea, ja que es considera un «petit mostrari» del mosaic ecològic de l'Europa occidental (UE28)).

De fet, les vernedes són el bosc ripari dominant aproximadament en un terç del territori català (figura 1), per això és essencial com a hàbitat paraigua del qual en depèn el futur d'una gran fracció de tota la riquesa biològica regional.

Catalunya, en l'informe regional de seguiment de l'hàbitat 91E0* (definit localment com a «vernedes i altres boscos de ribera afins de l'*Alno-Padion*»), avalua el seu estat de conservació com a «desfavorable-inadequat» (U1) per a la bioregió mediterrània, mentre que el seu estat ho declara com a «desconegut» per a la bioregió alpina (CTFC, 2020). Tanmateix, tal com mencionem més endavant en aquest article, el diagnòstic obtingut per a l'hàbitat en el marc del *LIFE ALNUS* sembla indicar que la situació seria encara més desfavorable (MN Consultors, 2019).

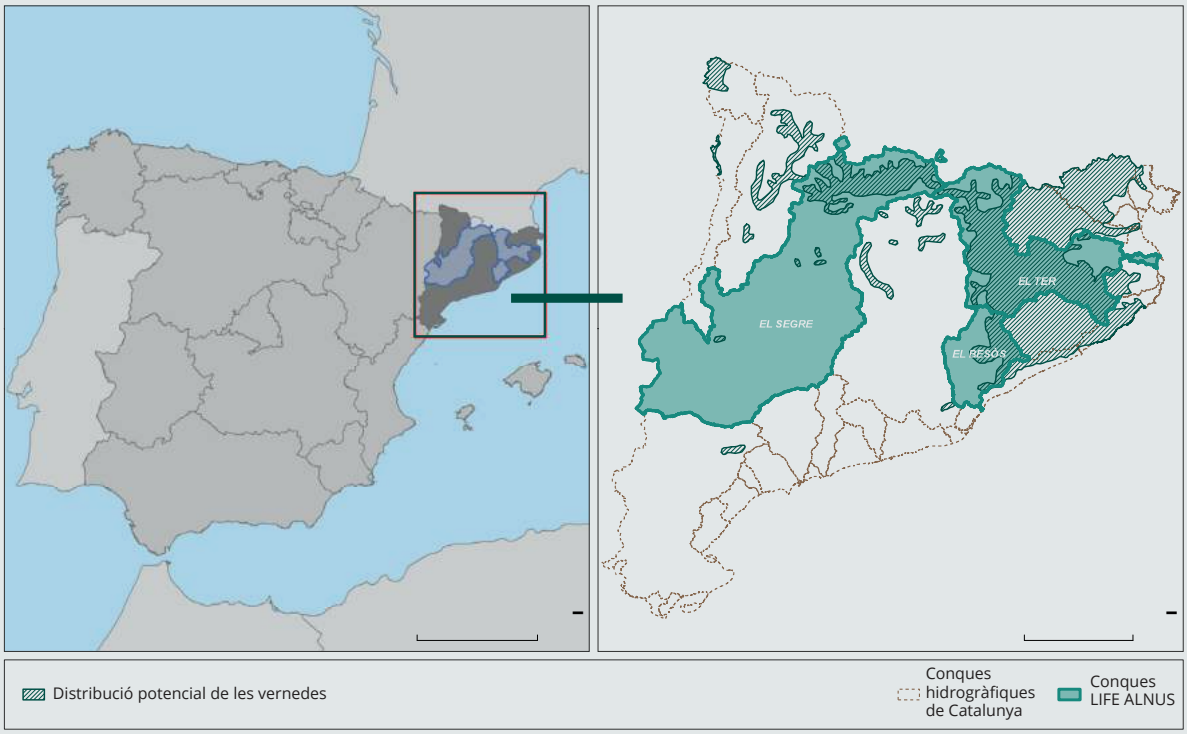


Figura 1 /

Àmbit geogràfic de la distribució de les vernedes a Catalunya, amb les conques pilot de LIFE ALNUS identificades (Besòs, Ter, alt Segre). Font: MN Consultors.

Paisatge en mosaic forestal a la plana al·luvial del riu Segre. En primer pla pastures i franges estretes de bosc ripari. A sergon pla, el bosc de les ribes del Segre. Al fons, el bosc zonal de pineda de pi roig. La Cerdanya. Foto: Jordi Bas.

En el cas concret de Catalunya, el cost en termes de pèrdua de biodiversitat aquàtica i ripícola a conseqüència de la degradació i pèrdua del seu EFR no ha estat calculat, i menys encara pel que fa a la pèrdua dels boscos al·luvials. Tot i això, hi ha estudis recents que indiquen, que mentre els ecosistemes aquàtics epicontinentals (corredors fluvials i zones humides) ocupen tan sols un 3 % de la superfície continental de Catalunya, més del 34 % dels hàbitats protegits o vulnerables de la regió i el 30 % dels tàxons que es consideren amenaçats, en depenen directament (31,6 % flora, 30,3 % vertebrats, 26,9 % invertebrats) (MN Consultors, 2022). Es tracta d'una proporció elevadíssima perquè, dins d'aquesta proporció d'espècies amenaçades, també s'hi inclouen les espècies marines.

El mateix estudi analitza la distribució espacial dels tàxons amenaçats a la xarxa hídrica del *Districte de Conca Fluvial de Catalunya* i explica que els vestigis dels grans ecosistemes al·luvials litorals són els que concentren una major riquesa de tàxons amenaçats, la qual cosa confirma que l'empobriment ecològic i la pèrdua de biodiversitat es concentra generalment en trams deposicionals, especialment als fons de vall i les planes litorals.

La crisi biològica dels sistemes aquàtics de Catalunya també es veu reflectida al *Living Planet Index* de la regió, dins del primer informe sobre l'*Estat de la natura a Catalunya* (Brotons et al., 2020). Segons aquest informe, referit al període 2002-2019, hauria tingut lloc una declinació del 54 % en les tendències de poblacions dels organismes dependents dels ecosistemes aquàtics continentals, mentre que la disminució de les espècies representatives de prats i sistemes agrícoles seria del 34 %, i la dels boscos i matolls, del 12 %.

En definitiva, si exceptuem la crisi biològica que, amb tota seguretat, té lloc als ecosistemes fontinals (Cantonati et al., 2020), on la hiperconcentració descomunal de riquesa biològica converteix aquests hàbitats aquàtics en els més biodiversos del bioma mediterrani (Pascual et al., 2020), l'espai fluvio-ripari de tipus al·luvial és sens dubte la fracció del territori català i ibèric on caldrà lliurar la batalla més important i urgent contra la pèrdua de biodiversitat (Erős, 2019; Riis et al., 2020). El Life Alnus va ser impulsat amb l'objectiu de poder donar els primers passos en aquesta lluita.

2. 2. Cap a la *metarestauració* fluvial: visió conceptual i metodològica del LIFE ALNUS

Marc conceptual de partida

Segons les previsions de les modernes polítiques europees de conservació de la biodiversitat, la protecció física i jurídica de les vernedes i altres boscos al·luvials afins a través, d'una banda, de la *Directiva Hàbitats*, i, de l'altra, de la restauració i la conservació d'una mostra representativa d'aquests boscos al si d'una xarxa europea d'espais naturals, serien eines suficients per revertir l'estat de conservació en què es trobaven. Avui dia, trenta anys després de la promulgació d'aquesta directiva i més de vint anys des de la implementació de Natura 2000, els boscos al·luvials continuen degradant-se i, amb ells, la biodiversitat aquàtica i ripària sucumbeix silenciosament.

La nostra hipòtesi per explicar aquesta realitat és que els ecosistemes al·luvials no admeten ser conservats en l'esquema en "mosaic" que duen implícites les estratègies incorporades a les polítiques de conservació de la biodiversitat europea. La nostra hipòtesi, en definitiva, en línia amb les perspectives més actuals dels conceptes de *contínuum de conca* i de *metaecosistema fluvio-ripari*, és que no és possible garantir-ne la conservació sense mantenir la integritat de tots i cadascun dels nivells d'organització ecològica funcional (així com les relacions entre ells) que governen la «lògica fluvial»:

1. el *tram fluvial* com a enclavament únic i irrepetible, amb les seves característiques pròpies i la seva idiosincràsia ecològica, i que és el resultat de factors intrínsecs (exclusius del tram), però també de la integració de les dinàmiques territorials que hi conflueixen;
2. el *contínuum fluvial*, com a estructura sobre la qual es basa la successió ecològica i biocenòtica típica d'aquests ecosistemes al llarg de l'eix longitudinal;
3. l'*estructura ecològica en xarxa* (que obeeix i imposa les regles funcionals dels «sistemes en xarxa»);
4. l'organització en *conques* i *subconques*, com unitats de compartimentació i subordinades que conformen part d'un sistema d'integració jerarquitzada i progressiva de la totalitat de dinàmiques i fluxos d'intercanvi de matèria, energia i informació;
5. els *compartiments biogeogràfics i ecològics d'intraconca* que expliquen part de l'heterogeneïtat o diversitat de cada conca hidrològica (p. ex.: pisos ecològics, tipologies morfoecològiques fluvials, etc.);
6. els *sectors o compartiments biogeogràfics regionals* i interregionals (interconca);
7. i les connexions verticals i la *regulació recíproca entre els sistemes hídrics superficials i subterranis.*

La integritat d'aquests nivells d'organització espaciotemporal de dinàmiques i processos és indispensable per al desenvolupament complet de totes les estructures i funcions que són pròpies dels boscos al·luvials. Qualsevol desestabilització o disminució en tan sols un d'aquests nivells d'organització, o la interrupció o minoració de la continuïtat o les relacions entre ells, té efectes ecològics irreversibles que es propaguen en cascada i que acaben afectant l'estructura ecològica general dels EFR i els sistemes biològics (Harvey et al., 2016).

La major part de les pressions que afecten actualment els sistemes fluvials generen desestructuració, desconnexions i discontinuïtats geomorfològiques, hidrològiques, químiques i biològiques entre tots aquests nivells d'organització (Cid et al., 2021). Per això, cada cop hi ha més autors que destaquen la necessitat d'enfocar la conservació dels EFR, i especialment la dels seus boscos al·luvials, des de la restauració de tots aquests nivells d'organització ecològica; fer-ho comporta la renaturalització de les dinàmiques, els processos i els fluxos que els governen, així com eliminar les barreres, desconnexions i discontinuïtats hidrogeomorfològiques o químiques que impedeixen mantenir la integritat del *contínuum de conca.* S'evidencia, en definitiva, la necessitat urgent de tractar la restauració fluvial des de l'assumpció de la *teoria dels metaecosistemes*, així com des d'una perspectiva holística i sistèmica que tingui en compte tots aquests nivells d'organització, inclosos els d'escala de conca, regionals i interregionals (Cid et al., 2022; Havrdová et al., 2022). Cal, per tant, que

les estratègies de recuperació dels EFR i els seus sistemes al·luvials es basin en plans o projectes de *metarestauració* que busquin la restitució de les dinàmiques i estructures ecològiques en tots els nivells d'organització i, per tant, la funcionalitat orgànica del *contínuum de conca*.

Això ens porta a la idea que ni les mesures de protecció o gestió en mosaic que aporta la xarxa Natura 2000, ni les habituals experiències i projectes puntuals de restauració morfològica o vegetal acotades a trams o entorns fluvials aïllats, poden per si mateixes revertir la degradació ecològica actual de l'ecosistema fluvio-ripari mediterrani. En definitiva, és ineludible i urgent tractar les estratègies de conservació dels EFR des de la perspectiva de la *metarestauració* (Cid et al., 2021; Havrdová et al., 2022).

La comprensió progressiva de l'EFR com un *metaecosistema* que fa possible el *contínuum de conca* (Stevens et al., 2022) posa de rellevància que el seu funcionament és altament complex. I aquesta complexitat resideix, no només en tots els nivells de la seva organització estructural i funcional, o en les seves interdependències, sinó també en el seu dinamisme elevat i en la integració espaciotemporal de tots els processos ecohidrogeològics que el regeixen. Per això, l'ecologia fluvial moderna proposa la idea que aquesta complexitat respon a la predominança d'estocasticitat, pertorbacions, discontinuïtats, desequilibri, variabilitat o dinamicitat i resiliència. Aquesta complexitat també és, en definitiva, impredictibilitat, i això obliga a replantejar-nos les tendències en matèria de restauració, les quals han d'abandonar la idea de recrear escenaris d'equilibri preconcebuts i centrar-se en la simple restauració dels processos naturals (Beardsley et al., 2019). Per tant, la naturalitat d'aquests processos i de les estructures ecològiques derivades no es pot recrear artificialment amb mans humanes mitjançant projectes d'enginyeria interventiva orientats per crear i fixar estructures i escenaris ecològics idealitzats (que necessàriament comportaran una simplificació del ric mosaic natural i de la seva plasticitat i impredictibilitat espaciotemporal). En aquest sentit, tant els projectes puntuals de restauració hidrogeomorfològica de petits trams o entorns paisatgístics, com els plans de *metarestauració* a escales superiors, han de defugir la temptació de pretendre refermar estructures, formes o escenaris ecològics preconcebuts. La restauració, en tots els seus nivells d'intervenció, hauria de centrar-se en la restitució simple de processos i dinàmiques, o en l'eliminació de les pressions que les impossibiliten, de manera que s'aprofiti l'extraordinària resiliència i plasticitat ecològica dels EFR, capaços d'autoregenerar-se en breus períodes temporals. Com a conclusió, la restauració ha de ser *passiva* (no interventiva), desenvolupar-se des del *principi de mínima intervenció* i recolzar-se en la *resiliència* ecològica natural del sistema (García et al., 2011).

El LIFE ALNUS: primera experiència de metarestauració de boscos al·luvials a escala regional

Malgrat el repte científic, social i polític que comporta la conservació dels boscos al·luvials de verns, en el context europeu actual només trobem experiències de restauració aïllades i locals, orientades habitualment cap a la millora de trams fluvials o circumscrites a espais naturals concrets. Dit d'una altra manera, fins ara no s'ha impulsat cap projecte en l'àmbit de la Unió Europea centrat a tractar la conservació de les vernedes des d'una òptica integral, que consideri les escales regional i interregional i adopti les conques com a unitats ecohidrològiques bàsiques dins les quals sigui possible dur a terme plans de *metarestauració*.

És en aquest escenari que emergeix el projecte LIFE ALNUS: (i) davant el repte d'encarar una de les majors crisis ecològiques i biològiques a què s'enfronta la Unió Europea, (ii) i amb la necessitat de revisar l'enfocament de la conservació de l'hàbitat 91E0*, i d'acumular experiències vàlides per resoldre-la.

El projecte ha estat també un intent d'assajar la *metarestauració* de sistemes fluvio-riparis i dels boscos al·luvials de verns (hàbitat 91E0*), partint de la idea que les estratègies futures de conservació de l'hàbitat han de tenir en compte tots els seus nivells de funcionament i organització, així com millorar la resiliència ecològica de l'EFR a escala regional. És el primer projecte que s'ha proposat tractar la restauració al·luvial de boscos des d'aquest enfocament ecosistèmic integrat, regional i multiescala, i utilitzant la resiliència ecològica en l'àmbit territorial com a eina de restauració (*restauració passiva*). D'altra banda, és una estratègia pilot i experimental per millorar el paper de la xarxa Natura 2000 en el funcionament de l'ecosistema a escala territorial.

El LIFE ALNUS ha desenvolupat la seva tasca a Catalunya (nord-est ibèric). D'altra banda, malgrat que per a dissenyar i impulsar una estratègia de *metarestauració* d'ecosistemes fluvial riparis a escala regional, cal que aquesta consideri i integri tots els nivells territorials, la fase executiva i de gestió ha de ser ordenada des de la lògica de les unitats funcionals ecohidrològiques més essencials i determinants; és a dir, les conques hidrològiques. Per això, el projecte ha estat desenvolupat des de la idea que la *metarestauració* s'ha de dissenyar i coordinar respectant també una lògica estratègica regional i interregional, i s'ha de concretar i implementar posteriorment amb instruments que apliquin estratègies de restauració per a cada conca i xarxa fluvial. Per tant, a més d'abordar l'anàlisi dels factors i les pressions que expliquen la problemàtica de conservació de l'hàbitat als diferents nivells territorials, ha impulsat el desenvolupament i l'execució dels *Plans de restauració i conservació de l'hàbitat* (PRCH) a tres conques hidrològiques: la de l'alt Segre, pertanyent a la conca hidrogràfica de l'Ebre, i les dels rius Besòs i Ter, a l'àmbit del *districte de conca fluvial de Catalunya*. Aquestes han estat les seleccionades com a conques pilot per avaluar-hi el desenvolupament i la implementació d'aquests plans, atès que acullen mostres representatives de la major part de les expressions ecològiques (variants) regionals de l'hàbitat, i perquè hi concorren les principals pressions que caracteritzen la problemàtica regional. Les tres conques pilot engloben més del 50,5 % de la distribució geogràfica de l'hàbitat 91E0* a Catalunya (figura 1).

La *metarestauració* dels EFR, en tant que sistemes socioecològics altament complexos, no és menys polièdrica i multiescala. Implica abordar i influenciar, tant les polítiques i estratègies de planificació territorial, com l'ordenació dels espais fluvials, la gestió del règim de cabals líquids i sòlids, la conservació de cada sector o tram fluvial, o la promoció de l'ús social i la restauració dels vincles culturals amb l'ecosistema.

Partint d'aquest enfocament, el disseny de l'estratègia del LIFE ALNUS per a la conservació de l'hàbitat 91E0* a Catalunya s'ha dividit en tres fases de treball:

1. La primera ha consistit en l'impuls d'un repertori d'estudis de base per a la caracterització i diagnòstic de l'estat de conservació i les problemàtiques que afecten l'hàbitat 91E0*, tant a escala regional com dins de cadascuna de les conques pilot. La finalitat dels estudis era la determinació del potencial ecològic real del territori per acollir vernedes al·luvials i, mitjançant la confrontació amb l'esquema actual de distribució i amb el comportament espacial de les pressions que les afecten, aconseguir una millor comprensió de les causes i l'esquema de recessió tant regional com local de l'hàbitat (figura 2).
2. A la segona fase de treball, partint dels resultats i la visió diagnòstica obtinguda dels estudis de base, es va dissenyar una estratègia de conservació de l'hàbitat per a cadascuna de les tres conques pilot. Aquestes estratègies s'han concretat en forma de *plans de restauració i conservació de l'hàbitat* (figura 2).
3. A partir d'aquí, la resta del projecte LIFE ALNUS (tercera fase) ha consistit en l'execució de les accions previstes als *plans de restauració i conservació de l'hàbitat* elaborats per cadascuna de les tres conques pilot, i el seguiment dels resultats obtinguts.

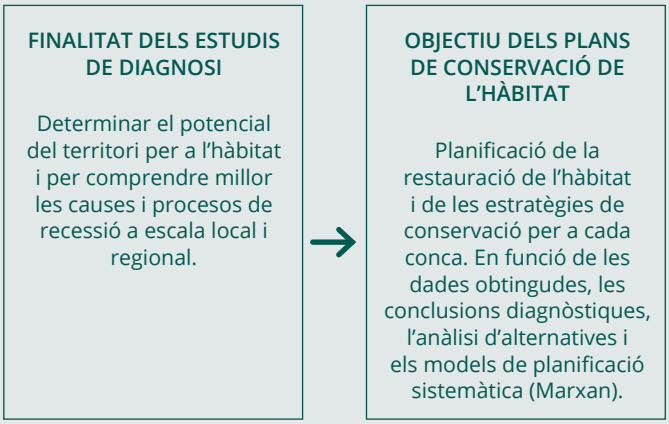


Figura 2 /

El LIFE ALNUS és un projecte experimental de *metarestauració* fluvial que assaja estratègies alternatives de conservació de l'hàbitat 91E0* (*boscos al·luvials d'Alnus glutinosa* i *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion, Alnio incanae, Salicion albae*) a escala regional). Des del punt de vista metodològic, ha partit del desenvolupament de nombrosos estudis de base desenvolupats tant a escala regional com a escala local (conques pilot) (Acció A1) per obtenir una comprensió adequada de les problemàtiques que intervenen en la conservació del *metaecosistema fluvio-ripari* en tots els nivells d'organització ecològica. Amb els resultats de la diagnosi s'obtenia la informació necessària per iniciar contactes amb els propietaris privats als trams fluvials on calia fer les actuacions, i amb els quals se signava un acord de custòdia (Acció A2). Els resultats dels estudis van establir la base per després desenvolupar *plans de restauració i conservació de l'hàbitat* per a cadascuna de les conques pilot (Acció A3). Aquests plans van ser executats posteriorment (en el marc de les Accions C), i els seus resultats són objecte d'avaluació en programes de seguiment ecològic (Accions D).

2. 3. Metodologies de caracterització i diagnòstic multiescalar

Introducció: pressions difuses i locals, i la seva anàlisi multiescalar

D'acord amb una revisió recent de l'estat de la biodiversitat aquàtica mundial (Dudgeon et al., 2006), les amenaces sobre els ecosistemes fluvials riparis podien agrupar-se en cinc categories: (1) destrucció i degradació directa de l'hàbitat i la seva fragmentació; (2) invasió d'espècies exòtiques; (3) pol·lució del medi aquàtic; (4) alteracions del règim natural dels cabals, i (5) sobreexplotació.

Aquesta simplificació és vàlida per a les conques hidrològiques catalanes; no obstant això, per plantejar efectivament el disseny d'una estratègia de *metarestauració* és útil dividir les pressions que incideixen i expliquen la degradació de les vernedes en dues categories: *difuses i locals.*

Com en altres territoris, les *pressions difuses* que afecten l'EFR català es poden circumscriure a les relacionades amb les modificacions antropogèniques a les cobertes naturals del sòl, la sobreexplotació dels recursos hídrics superficials i subterranis, i la regulació hidrològica i sedimentològica de la conca. El seu impacte es concreta en la profunda alteració de les dinàmiques fluvials a tot el *contínuum de conca*. La transmutació dels equilibris hidro- i morfodinàmics té efectes hidrogeomorfològics sobre l'espai fluvial i les seves riberes, i comporta principalment la modificació de les condicions topogràfiques, morfològiques, sedimentològiques i hidrològiques. D'aquests canvis se'n deriven, a més, processos d'incisió fluvial, els quals, juntament amb l'alteració del règim natural de cabals, acaben comprometent les condicions ecològiques dels dominis riparis i al·luvials. Els seus boscos es veuen influenciats per la desconnexió topogràfica entre lleres i riberes, la reducció dels processos de desbordament, i per la depressió i desconnexió dels nivells piezomètrics dels aqüífers al·luvials de terrasses i planes fluvials.

En el cas específic dels boscos riparis catalans, la conservació de les vernedes «d'influència mediterrània» davant de pressions difuses comporta una complexitat encara més gran que la que incideix sobre els boscos centreeuropeus homòlegs. En primer lloc, les vernedes del vessant mediterrani ibèric es distribueixen al llarg d'un rang ecològic molt ampli, a causa de l'heterogeneïtat orogràfica i climàtica que predomina en algunes de les regions, com és el cas de Catalunya. Aquesta heterogeneïtat s'expressa en diverses variants de l'hàbitat, cadascuna de les quals té les seves pròpies singularitats biològiques i ecològiques (totes diferents de les de les vernedes extramediterrànies). Aquest fet genera un mosaic de biodiversitat de major riquesa, però la seva conservació comporta més complexitat. En segon lloc, les vernedes catalanes dibuixen el límit meridional de la distribució europea de l'hàbitat, per la qual cosa la lluita per la seva conservació s'ha de lliurar en territoris que li resulten subòptims. Un últim element desfavorable és que les vernedes mediterrànies es troben geogràficament circumscrites a un àmbit bioclimàtic fortament exposat al canvi climàtic, cosa que les fa extremadament vulnerables. I és que els boscos de verns, que es caracteritzen per la seva apetència per cabals permanents i temperats, estan exposats als canvis tèrmics i a la reducció de precipitacions, però també, i sobretot, a la forta regulació hidrològica de les conques que habiten (més necessària i intensa a conseqüència de les precipitacions moderades, i a la variabilitat pluviomètrica intra- i interanual típica del clima mediterrani), on les grans preses i els embassaments són especialment estratègics i, per tant, l'aprofitament hidrològic és especialment incisiu. Les condicions ecològiques subòptimes, el canvi climàtic i la regulació hidrològica són factors desfavorables que, a més, tenen un efecte concomitant, de manera que la magnitud del seu impacte respon a mecanismes de retroalimentació positiva entre ells.

Les *pressions difuses* sobre les dinàmiques fluvials són de difícil resolució, i per minimitzar-ne l'impacte, és essencial augmentar la resiliència i l'adaptació de l'hàbitat a escala local i regional davant d'aquestes pressions. És necessari, així doncs, comprendre l'esquema espacial i temporal amb què es projecten sobre el territori, així com analitzar-ne la relació amb la geografia i l'estat de conservació de l'hàbitat. Així, les primeres accions del *LIFE ALNUS* van consistir a desenvolupar un conjunt d'estudis, a escala regional, amb la finalitat d'estudiar i comprendre les pressions difuses i la

seva relació geogràfica i ecològica amb la distribució potencial i real de l'hàbitat.

A les pressions difuses, que es propaguen i s'acumulen a través del *contínuum de conca* i la seva xarxa fluvial, cal sumar-hi les *pressions locals* que també incideixen sobre l'hàbitat, siguin hidrològiques, geomorfològiques o químiques. En el cas de les vernedes i altres boscos al·luvials, són importants les alteracions físiques, tant les directes sobre la fracció biòtica (erradicació o degradació dels boscos riparis), com les geomorfològiques (ocupació o transformació morfològica del corredor ripari). Totes dues expliquen en gran manera l'escenari actual d'erosió i desestructuració ecològica dels boscos al·luvials ibèrics i catalans, però la barrera principal que n'impedeix tant la recuperació natural com la restauració és l'absència d'«espai» apte per al seu desenvolupament (Calleja, 2009), fet que es converteix en una manca de disponibilitat d'entorns amb condicions d'estabilitat física i ecològica apropiada. El reforç de la protecció física i jurídica dels espais fluvials és una condició *sine qua non* la restauració funcional del metaecosistema fluvio-ripari i dels seus boscos al·luvials resulta impossible.

Les pressions físiques esmentades donen lloc a la destrucció directa de l'hàbitat forestal al·luvial, i, conseqüentment, la seva fragmentació i el seu aïllament. Per això es conserven boscos riparis en trams incisius o de capçalera, però les formacions forestals dels fons de vall i planes deposicionals dels trams mitjans i inferiors han desaparegut. Els boscos que sobreviuen pateixen la degradació ecològica i l'empobriment biològic, en part pels aprofitaments i les pràctiques forestals i ramaderes, però també a conseqüència de la seva desconnexió funcional de les dinàmiques fluvials. Tot plegat comporta, en definitiva, la recessió i la fragmentació geogràfica de l'hàbitat (àrea de distribució) i la desaparició de les seves representacions més valuoses i amenaçades (boscos de ribera).

El LIFE ALNUS parteix de la idea que aquesta fragmentació de l'hàbitat, i la desconnexió o el desacoblament d'aquests nivells d'interconnexió i organització ecològica, desemboquen en la pèrdua de funcionalitat a diferents escales, en empobriment biològic i, en darrer terme, en la disminució de la resiliència ecològica del sistema, fins a arribar finalment, en alguns casos, al col·lapse funcional del conjunt del *metaecosistema fluvio-ripari*.

Sobre aquesta idea descansa la hipòtesi del projecte del LIFE ALNUS: els boscos al·luvials no es poden conservar en mosaic, és a dir, sense respectar i restituir-ne la lògica organitzativa i funcional. Per això, el marc conceptual i de treball del projecte és l'assaig de diverses accions de *metarestauració* que tenen la finalitat de millorar els diferents nivells estructurals i funcionals de l'EFR, i augmentar així la resiliència ecològica regional i d'intraconca de l'hàbitat.

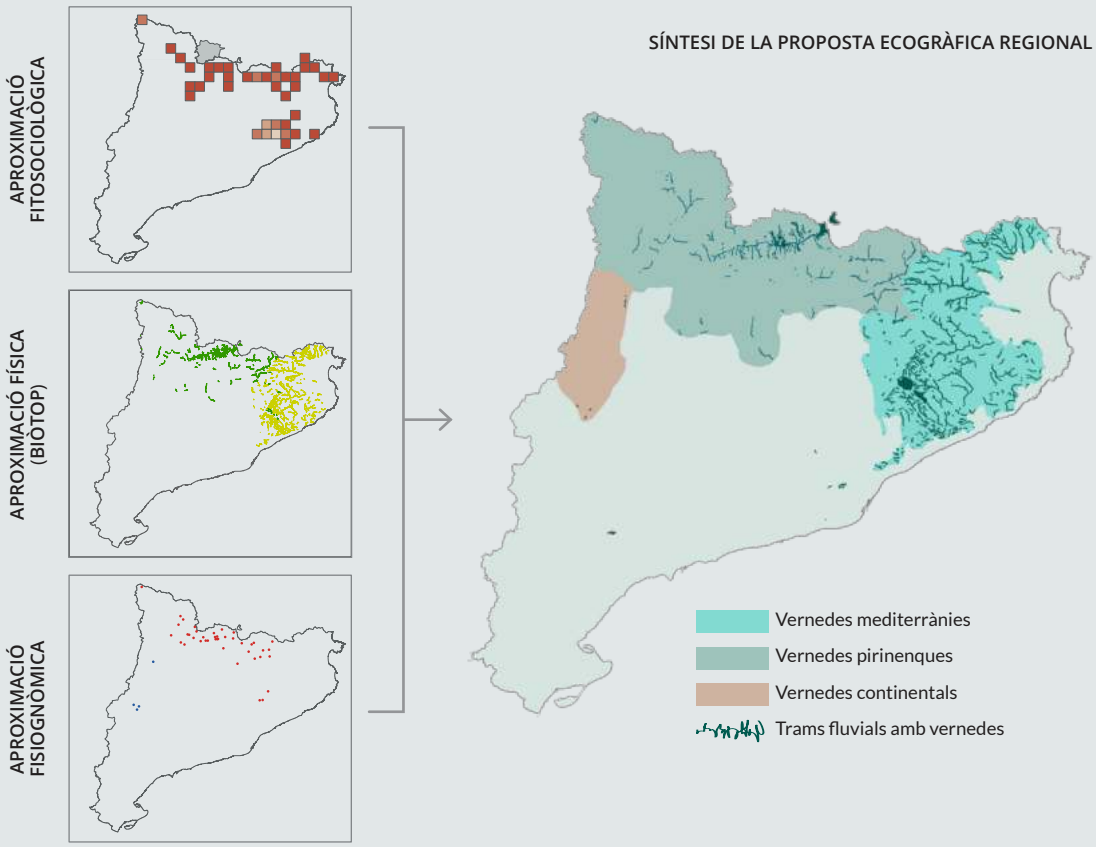
Aquesta idea s'ha portat a la pràctica mitjançant el disseny i l'execució d'estratègies de *metarestauració* a escala de conca hidrogràfica en tres àmbits diferents (alt Segre, Besòs, Ter), però sempre des d'una visió diagnòstica regional (figura 1). Amb aquesta finalitat, els estudis regionals s'han complementat amb treballs específics que analitzaven dins de cada unitat de conca l'efecte de les pressions difuses i locals, així com l'estat i l'esquema espacial de conservació de l'hàbitat. A partir d'aquesta visió sistèmica i multiescalar, es van elaborar els anteriorment anomenats *plans de restauració i conservació* de cada conca.

Estudis a escala regional

En el marc dels estudis regionals s'han articulat quatre línies de treball (MN Consultors, 2019):

1. Determinació de la variabilitat ecològica i biològica de l'hàbitat 91E0*

La primera línia d'estudi tenia per objecte (i) aclarir i acotar conceptualment i tipològicament la definició de l'hàbitat 91E0* a la regió, així com (ii) identificar, definir i delimitar totes les seves variants ecològiques per, des d'ara, poder-les considerar i integrar adequadament en l'estratègia regional de restauració i conservació de tota la diversitat biològica depenent d'aquest (riquesa). (figura 3).



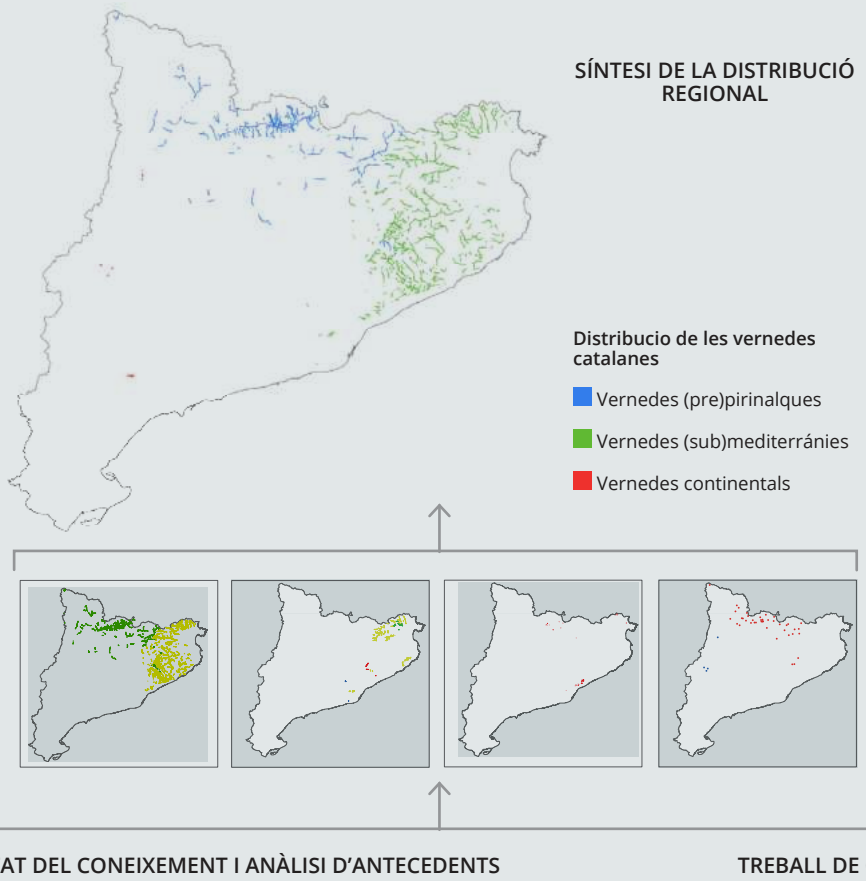
APROXIMACIÓ ECOLÒGICA (CEC, 1991; DTS, 2012; Carreras et al., 2015)			APROXIMACIÓ FITOSOCIOLÒGICA (Folch, 1981; Ballesteros 1981; Font, 2017)		APROXIMACIÓ FISIOGNÒMICA (Lara et al., 2007)
Nivell 2. Llegenda	Nivell 3. Llegenda	Llegenda Hàbitats de Catalunya	Associació	Descripció	Denominació
44.3 Vernedes centreuropees	44.316+ Vernedes amb *Carex remota*	---	*Carici pendulae-Alnetum glutinosae = Angelico-Caricetum remotae*	Verneda amb *Carex remota*	Catalanes pirinenques (catalanes submediterrànies)
	44. 3431+ Vernedes (i pollancredes) amb *Circaea lutetiana*	44e	*Equiseto hyemalis-Alnetum glutinosae =Carici pendulae-Alnetum catalaunicum = Alno glutinosae-Equisetetum hyemalis*	Verneda típica	Catalanes pirinenques (catalanes submediterrànies i mesotròfiques continentals)
	44.3432+ Vernedes (a voltes pollancredes) amb *Lamnium flexuosum*	44f	*Lamio flexuosi-Alnetum glutinosae = Alno glutinosae-Lamietum flexuosi*	Verneda amb consolda	Catalanes submediterrànies (catalanes pirinenques)
44.5 Vernedes i lloredes meridionals	44.515+ Lloredes o vernedes amb llorer	44g	*Osmundo-Lauretum nobilis*	Verneda amb llorer	Catalanes submediterrànies

Figura 3 /

En aquests estudis s'han analitzat i contrastat per primer cop totes les aproximacions prèvies de caracterització de la variabilitat regional de l'hàbitat 91E0* (boscos al·luvials d'*Alnus glutinosa* i *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion, Alnio incanae, Salicion albae*), i això ha permès sintetitzar-les en tres subtipologies ecogeogràfiques (útils a efectes de planificació) i obtenir una cartografia de la seva distribució i una correspondència amb les classificacions prèvies.

2. Estudi de la distribució actual de l'hàbitat

A través d'aquesta segona línia de treball, totes les cartografies prèvies, referències bibliogràfiques i altres fonts d'informació de la distribució dels boscos al·luvials d'*Alnus glutinosa* a Catalunya van ser identificades, analitzades, homogeneïtzades i sintetitzades. Els estudis van anar acompanyats de treball de camp amb la finalitat de validar els ecotips descrits. Mitjançant aquesta metodologia es va obtenir la millor síntesi possible de la cartografia regional de la distribució actual de cada subtipologia (figura 4). La cartografia obtinguda va oferir la possibilitat de diagnosticar la distribució geogràfica i ecològica de l'hàbitat a partir de fonts oficials i altres referències, i analitzar el comportament d'alguns paràmetres relatius a l'àrea ocupada, cobertura, continuïtat, i a la protecció física i jurídica dins dels diferents nivells territorials (regional, conca, subconca), per a cada subtipus ecològic.



- Cartografia Corine de Catalunya, v.2 (CHCv2, 2008-2012)
- Cartografia dels hàbitats fluvials de Catalunya (Programa PEFCAT)
- Cartografia dels hàbitats dels espais naturals protegits de Catalunya
- Base de dades de vegetació de ribera del nord d'Espanya (Lara et al., 2007)
- Treball d'identificació de camp, classificació i digitalització dels boscos al·luvials del Siurana (comunitats no descrites del 91E0*)
- Altres fonts bibliogràfiques

Figura 4 /

Cartografia de síntesi regional de l'hàbitat 91E0* i de cadascuna de les tres variants ecològiques descrites.

Bosc de ribera mixt amb presència de robínia (*Robinia pseudoacacia*) i altres espècies al·lòctones. Curs mitjà del riu Ter a Osona. Foto: Jordi Bas.

3. Determinació de la potencialitat ecològica territorial per al desenvolupament de l'hàbitat

Un cop es va determinar la distribució actual de l'hàbitat, es van iniciar treballs orientats a avaluar la potencialitat ecològica de la regió per acollir vernedes, així com determinar l'aptitud específica de cada conca, subconca i xarxa fluvial per desenvolupar i sostenir aquestes formacions. Amb aquesta finalitat es van desenvolupar models matemàtics de simulació del potencial ecològic de tota la xarxa hídrica de la regió. Paral·lelament, els models van ser comparats amb reconstruccions de la geografia de l'hàbitat obtingudes mitjançant altres enfocaments metodològics, és a dir, a través de mapes fitosociològics de vegetació potencial de Catalunya, i de l'anàlisi de la *Cartografia dels hàbitats de Catalunya*. (figura 5).

El *model matemàtic de simulació d'hàbitat* per a la regió ha permès establir la competència ecològica de cada tram de la xarxa hidrològica i de cada conca per acollir-hi vernedes. El model va ser desenvolupat per a les dues variants (ecotips) dominants: les vernedes al·luvials *submediterrànies* i les *prepirinenques*. Aquests models han permès confrontar la distribució real de l'hàbitat que queda avui dia a Catalunya (obtinguda a la fase de treball anterior) respecte el potencial ecològic territorial. La modelització s'ha revelat una eina molt útil per dissenyar l'estratègia de conservació de cada conca pilot (*plans de restauració*), així com per analitzar la conservació de l'EFR a escala regional.

1a Aproximació metodològica: **aptitud ecogeogràfica (potencialitat) basat en criteris fitosociològics de la vegetació de ribera**

2a Aproximació metodològica: **potencialitat ecogeogràfica a partir de l'anàlisi dels corredors fluvials de Catalunya en el CHC v2**

3a aproximació metodològica: **Potencialitat ecogeogràfica determinada per mitjà de modelització ecològica**

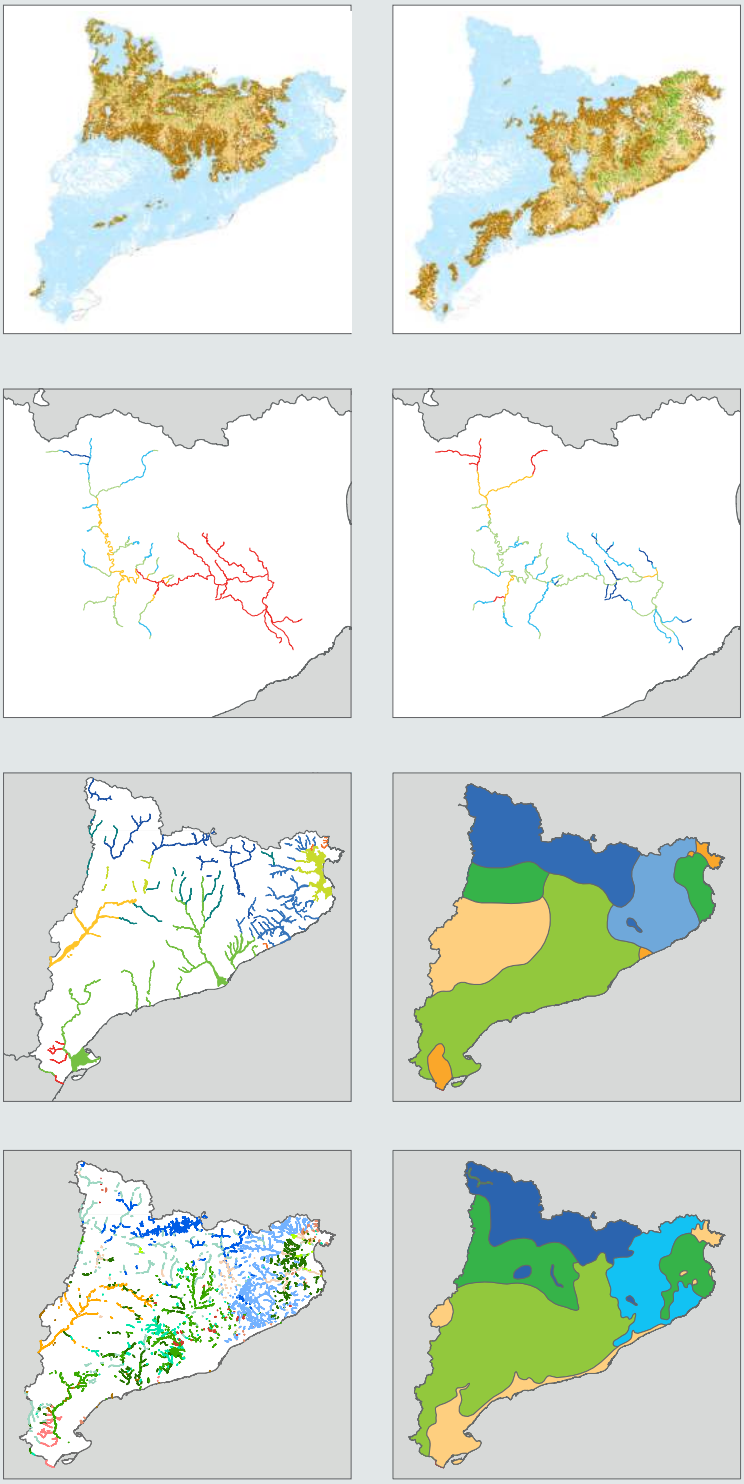


Figura 5 /

La geografia potencial de l'hàbitat 91E0* per a la regió s'ha obtingut per a tota la xarxa fluvial regional mitjançant la modelització matemàtica de variables climàtiques, topogràfiques i hidrològiques. Aquesta aproximació metodològica s'ha comparat amb la distribució obtinguda mitjançant la reconstrucció fitosociològica de l'hàbitat, i amb l'obtinguda a través del processament i l'anàlisi de la segona versió de la *Cartografia d'hàbitats de Catalunya. Font: MN Consultors.*

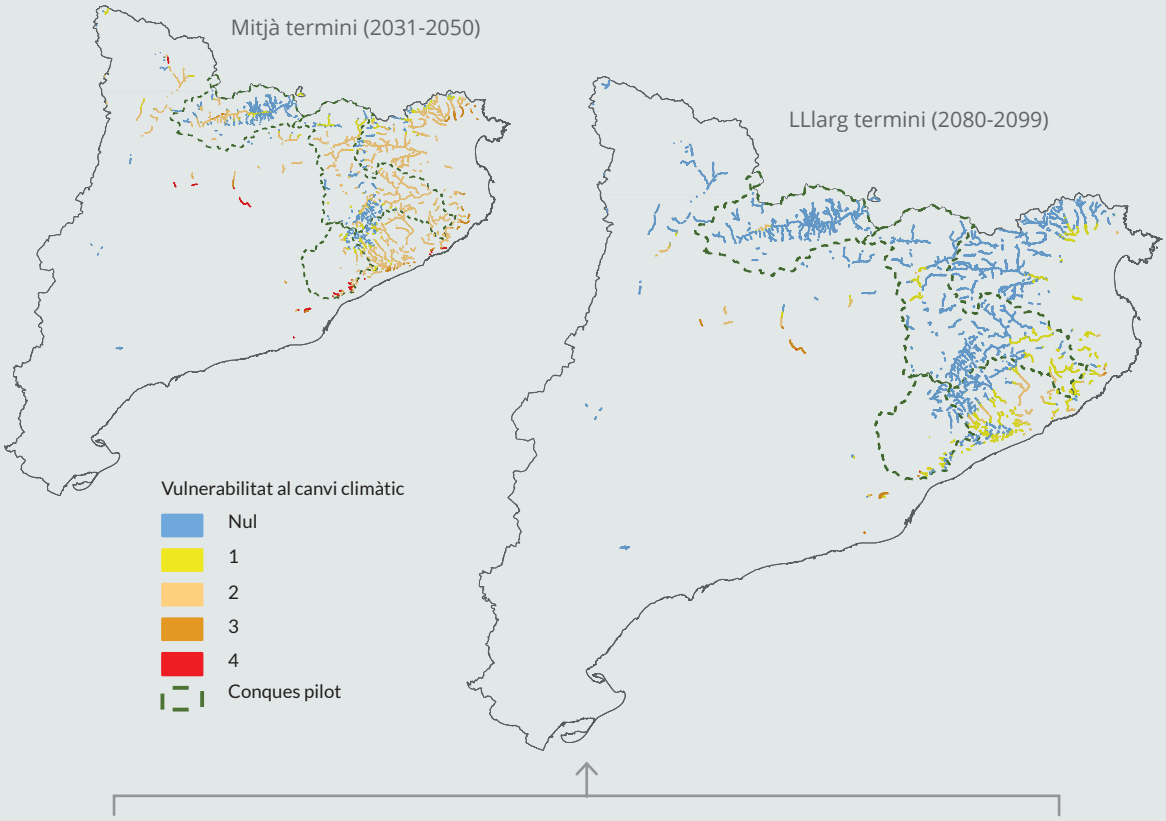
Resclosa amb aprofitament hidroelèctric al tram mitjà del riu Ter a Osona. Foto: Jordi Bas.

4. Anàlisi de l'esquema espacial de les pressions difuses

Les *pressions difuses* són els principals factors que cal entendre adequadament i que cal tenir en compte a l'hora de dissenyar les futures estratègies de restauració i conservació de l'ecosistema al·luvial regional. Per això, l'última de les línies d'estudi d'escala regional es va centrar en les pressions que limiten i expliquen l'estat de conservació actual de l'hàbitat i el seu esquema de distribució geogràfica.

Es van analitzar les relacions espacials entre la potencialitat biogeogràfica regional per a l'hàbitat, el seu estat actual de conservació, i les diferents pressions sobre el règim hidrològic i la hidrogeomorfologia fluvial.

Tot i això, s'han dedicat més esforços a estudiar els possibles efectes que el canvi climàtic podria tenir sobre l'ecosistema fluvial i els seus boscos al·luvials. Amb aquest objectiu es van desenvolupar diversos *models de vulnerabilitat* sobre la base de les projeccions climàtiques (escenaris) dels darrers informes regionalitzats de la Unió Europea (UE) del Grup Intergovernamental d'Experts sobre Canvi Climàtic (IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change), considerant les projeccions de mitjà termini del AR5 (2031-2050), i les llarg termini del AR4 (2070-2100) (Calvó, 2009; Calvó et al., 2017). A partir d'aquests escenaris climàtics de mitjà i llarg termini, s'ha modelitzat a escala territorial tant la vulnerabilitat de les vernedes *submediterrànies* al canvi climàtic com la sensibilitat de la variant *prepirinenca* a aquest canvi. Posteriorment, s'han aplicat aquests models per obtenir mapes de vulnerabilitat climàtica per a tota la xarxa fluvial de la regió (figura 6).



Variable	Mitjà termini (2031-2050)		Llarg termini (2080-2099)	
	Variació	Límits	Variació	Límits
Temperatura mitjana anual	+1.3°	+0.7° / +2.1°	+3.5°	+2.2° / +5.1°
Temperatura mitjana estival	+1.6°	+1.1° / +2.5°	+4.1°	+2.7° / +6.5°
Precipitació mitjana anual	-0.1%	-12.6% / +8.0%	-12%	-27% / -4%
Precipitació mitjana estival	-12.3%	-24.8% / +9.5%	-24%	-53% / -3%

Boscos prepirinencs
Vulnerabilitat a mitjà i llarg termini

Boscos submediterranis
Vulnerabilitat a mitjà i llarg termini

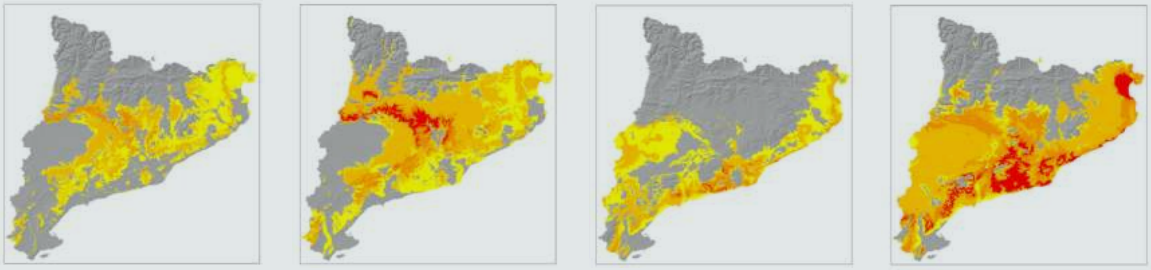


Figura 6 /

Resultats de la modelització de la vulnerabilitat de l'hàbitat 91E0* davant del canvi climàtic a partir de les projeccions climàtiques dels darrers informes regionalitzats de la UE per a escenaris temporals de mitjà (2031-2050) [AR5] i llarg termini (2080-2099) [AR4]. Font: MN Consultors.

Els resultats d'aquests estudis han demostrat, per exemple, que els millors boscos al·luvials de Catalunya són també els ecosistemes més resilients davant del canvi climàtic (figura 7), fet que els converteix en nuclis estratègics per al manteniment de la resiliència ecològica de l'hàbitat. Les zones on està a prop de l'extinció i on sembla que no podrà subsistir s'expandiran en els pròxims anys cap a gran part de la seva distribució actual. Aquestes dades han estat decisives per dissenyar l'estratègia de millora i ampliació de la xarxa Natura 2000, així com per dissenyar les actuacions de metarestauració de cada conca pilot.

Finalment —també en el marc de les anàlisis de les pressions difuses—, s'han dut a terme altres estudis puntuals, com ara l'anàlisi de les possibles causes subjacents al decandiment vegetal observat en poblacions de verns de les conques estudiades (vegeu Valor et al., 2020).

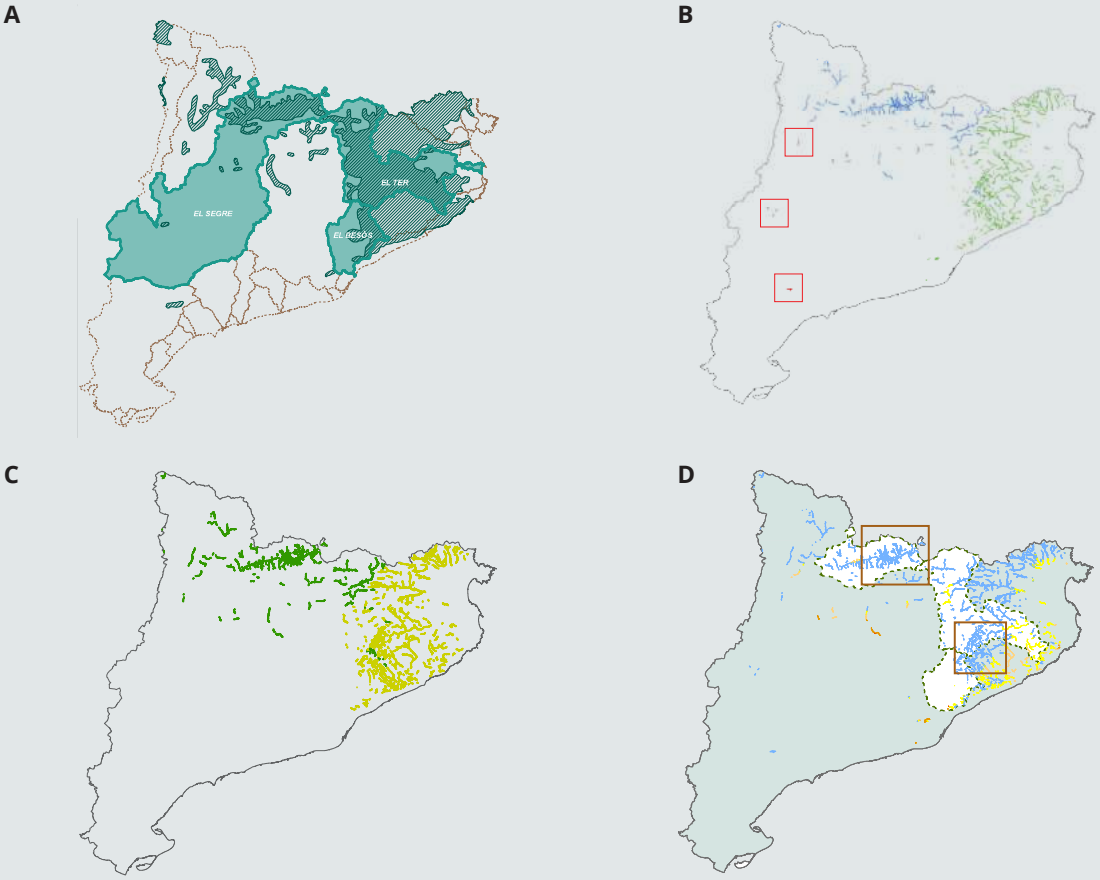


Figura 7 /

Exemple d'alguns dels resultats derivats dels estudis macroterritorials que ajuden a millorar la comprensió de la problemàtica regional i que van revelar, no només la diversitat ecològica i biològica de l'HIC 91E0* que cal tenir en compte en els processos futurs de restauració, planificació i gestió de l'hàbitat (A), sinó també conclusions importants, com el fet que les vernedes de la variant *continental* estan fragmentades, aïllades entre si, són poc conegudes i es troben amenaçades a escala regional (B). Altres conceptes clau detectats a través d'estudis multiescalars són, per exemple, el paper desenvolupat per la conca del riu Ter a la interconnexió de tots els ecotips a escala regional (C), o entre els nuclis de l'hàbitat més resilients davant del canvi climàtic (D). Els estudis regionals han servit també per identificar l'alt Segre al seu pas per la Cerdanya com el paisatge fluvial que sosté la millor expressió de l'hàbitat 91E0*, i com l'ecosistema fluvio-al·luvial més rellevant i amb major integritat hidrogeomorfològica de Catalunya. Font: MN Consultors.

Estudis de mesoescala (conques pilot)

Finalitzada l'anàlisi en l'àmbit regional, es van dur a terme estudis més detallats al llarg del continu fluvial (a l'anomenada xarxa *Alnus*, d'aproximadament 1000 quilòmetres lineals) de les tres conques pilot (Ter, Besòs, alt Segre), seguint dues línies de treball: (1) *caracterització* ecològica i (2) *diagnòstic* de l'EFR.

Un equip de botànics i limnòlegs va recórrer íntegrament la xarxa *Alnus* per tal de reconstruir l'àrea lateral original del corredor fluvial (que seguint estudis previs es va denominar EPF o «espai potencialment fluvial» (MN Consultors & Aqualogy, 2012)), mapant els seus ecosistemes de ribera i caracteritzant-los mitjançant múltiples paràmetres (hidrogeogràfics, geomorfològics i d'estructura forestal), descrivint-los fitosociològicament, estudiant-ne la composició florística, fent inventari del mosaic d'hàbitats i espècies al·lòctones, i determinant-ne l'estat sanitari i de conservació dels verns. Tota la informació recopilada es va sintetitzar en tres cartografies de *caracterització ecològica* que han proporcionat una comprensió de l'ecosistema indispensable per al disseny de les accions de metarestauració del LIFE ALNUS: (1) la de reconstrucció espacial de l'EPF; (2) la de variables de caracterització general de l'EFR; (3) i la de caracterització silvícola i ecològica del bosc al·luvial de verns.

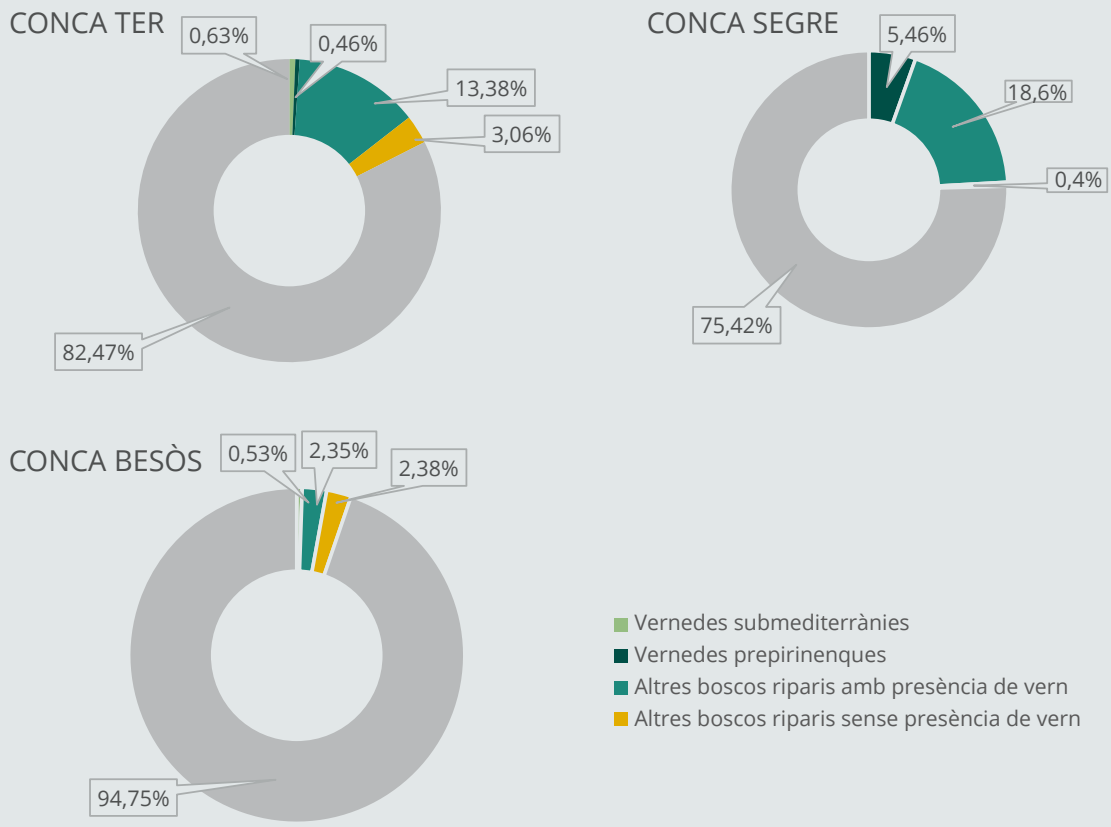
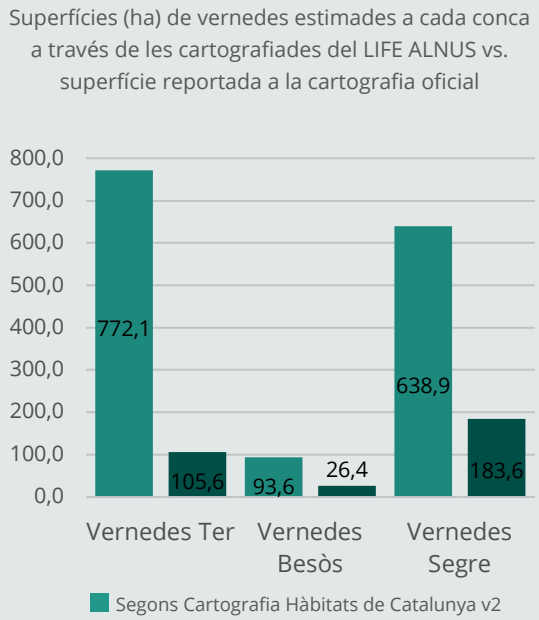


Figura 8 /

Exemple d'alguns dels resultats obtinguts mitjançant la caracterització de l'*ecosistema fluvio-ripari* de les conques pilot (Ter, Besòs, alt Segre). Tal com mostra l'anàlisi de l'estructura de ribera, la conca del riu Segre manté els corredors fluvials amb ràtios més elevats d'integritat i de cobertura forestal (24,6 %). Pel que fa als boscos dominats per verns, aquests ja són residuals al Ter (1,1 % d'EPF) i a les conques del Besòs (0,5 %), però mantenen una representació notable a l'alt Segre (5,5 %), que acull millor reserva de l'hàbitat i un mosaic ecosistèmic de caràcter nítidament al·luvial únic a escala regional (MN Consultors, 2019).



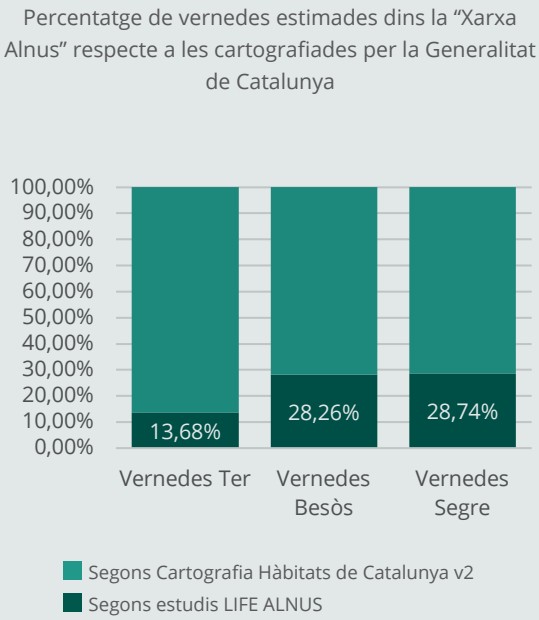
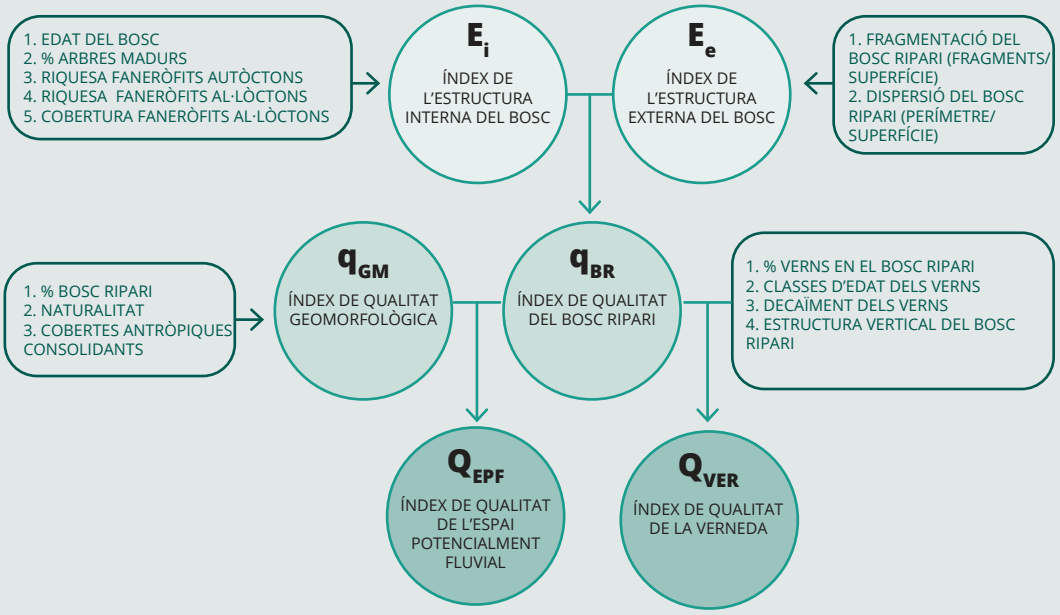


Figura 9 /

Un altre exemple d'alguns dels resultats globals rellevants derivats dels estudis de caracterització: les dades obtingudes durant l'estudi de la *Xarxa Alnus* suggereixen que les estimacions oficials per a l'hàbitat a la regió poden estar sobredimensionades. En els més de 1.000 km de xarxa fluvial analitzada, només s'han inventariat 316 ha de boscos de ribera de vern reals, mentre que segons les cartografies oficials hi hauria més de 1.500 ha per a aquesta mateixa xarxa; és a dir, cinc vegades més. Si aquesta desproporció entre la superfície real de l'hàbitat i la cobertura dels mapes oficials fos certa, i extrapoléssim aquestes dades a la resta de la regió, les 5.509 ha estimades actualment quedarien en tan sols 1.157 ha. La conca de l'alt Segre manté els darrers vestigis de selves veritablement al·luvials de Catalunya (i és el reservori principal de l'ecotip *prepirinenc*), mentre que la conca del riu Ter emergeix com a territori fluvial estratègic per mantenir la resiliència regional de l'hàbitat a través de la interconnexió de la xarxa fluvial de les diferents conques internes de Catalunya, i entre aquestes i les de l'Ebre (vegeu figura 7 C). La conca del riu Besòs acull el bosc de verns amb més caràcter mediterrani (comunitats singulars), però només sobreviu en refugis de muntanya, i alguns d'aquests refugis (nucli sud) es troben greument amenaçats (vegeu també figura 6) (MN Consultors, 2019).

Els treballs subsegüents es van centrar en l'obtenció d'un diagnòstic de l'estat de conservació de l'EFR i dels seus boscos de verns, i en la determinació del paper ecològic d'aquests darrers al corredor de ribera. Per això, a partir d'algunes de les variables estudiades al camp i mitjançant anàlisis SIG, es van obtenir diversos índexs i cartografies temàtiques d'avaluació de la qualitat geomorfològica i ecològica dels ecosistemes fluvials i els boscos de verns (figura 10).

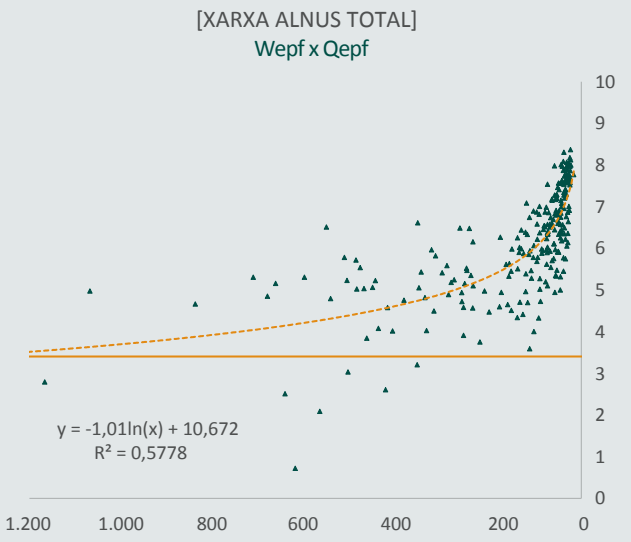
ÍNDEX / SUBÍNDEX	VARIABLE ORIGINAL	ACR.	PARAMETRITZACIÓ	PES
ÍNDEX DE QUALITAT DE L'EPF (Q_{EPF})			**(1/2)· (q_{BR} + q_{GM})**	*0.5*
SUBINDEX BOSC DE RIBERA (q_{BR})			**(1/2)· (E_i + E_e)**	*0.5*
Estructura interna (E_i)			**E_{ip}/(1+ $E_{in}^{2/3}$)**	*0.5*
Variables positives (E_{ip})			(V_B/3) + (V_C/30) + (10·V_D/63)	*0.6*
	Edat del bosc: EDAT_BOSC	V_B	jove = 3; jove, adult = 7; adult = 10)	*1/3*
	Percentatge d'arbres amb DN≥40 cm: PERC_ ARB_MAD	V_C	V_C/10	*1/3*
	Riquesa taxonòmica de fanerògits autòctons: RIQ_AUT	V_D	10·V_D/21	*1/3*
Variables negatives (E_{in})			(3·V_E/7) + (0.07· V_F)	*0.4*
	Riquesa taxonòmica de fanerògits al·lòctons: RIQ_ALLO	V_E	10·V_E/7	*0.3*
	Percentatge de recobriment d'al·lòctones: PERC_ALLO	V_F	V_F/10	*0.7*
Estructura externa (E_e)			**10 - 5·[2-(Ln($V_{G(MAX)}$)-Ln(V_G))/(Ln($V_{G(MAX)}$)-Ln($V_{G(MIN)}$))-($V_{I(MAX)}$-V_I)/($V_{I(MAX)}$-$V_{I(MIN)}$)]**	*0.5*
	Fragmentació del bosc ripari: 10000·∑N_ $POLIG_{BR}$/∑$AREA_{BR}$	V_G	10·($V_{G(MAX)}$-V_G)/($V_{G(MAX)}$-$V_{G(MIN)}$)	*0.25*
Es descarta	Compacitat mitjana del bosc ripari: ∑[2·(π·$AREA_{BR}$)$^{1/2}$/$PERIMETRE_{BR}$]/N_POLIG_{BR}	V_H	10·V_H	*0.25*
	Dispersió del bosc ripari: 100·∑$PERIMETRE_{BR}$/∑$AREA_{BR}$	V_I	10·($V_{I(MAX)}$-V_I)/($V_{I(MAX)}$-$V_{I(MIN)}$)	*0.25*
Es descarta	Continuïtat del bosc ripari: ∑$LONG_ARC_{XH}$ /N_POLIG_{BR}	V_J	10·V_J/$V_{J(MAX)}$	*0.25*
SUBINDEX GEOMORFOLÒGIC (q_{GM})			**(5/2)·(V_A + V_K + 2·[1-V_L])**	*0.5*
	% de bosc de ribera en l'EPF: ∑$AREA_{BR}$/$AREA_{EPF}$	V_A	10·V_A	*0.25*
	Naturalitat de l'EPF: ∑$AREA_{CN}$/∑$AREA_{EPF}$	V_K	10·V_K	*0.25*
	Artificialització de l'EPF: ∑$AREA_{CAC}$/∑$AREA_{EPF}$	V_L	10·(1 - V_L)	*0.5*
ÍNDEX DE QUALITAT DE LA VERNEDA (Q_{VER})			**(1/2)·q_{BR} + (1/8)·(V_M/10 + V_N + V_O + V_P)**	*0.5*
	SUBINDEX BOSC DE RIBERA (q_{BR})	q_{BR}		*0.5*
	Percentatge de verns en el bosc de ribera: PERC_VERNS	V_M	V_M/10	*0.125*
	Classes d'edat dels verns: EDAT_VERNS	V_N	totes = 10; plançó, jove = 7; jove, adult = 5; jove = 3; adult = 2; ND = 2	*0.125*
	Decaïment dels verns: DEC_VERNS	V_O	cap = 10; alguns = 6; molts = 2; ND = 2	*0.125*
	Estructura vertical del bosc: ESTR_VERT	V_P	estrat arbori, arbustiu i lianoide = 10; estrat arbori i arbustiu (Z≥1285) = 10; estrat arbori i arbustiu (Z<1285) = 7; estrat arbori = 3; ND = 3	*0.125*

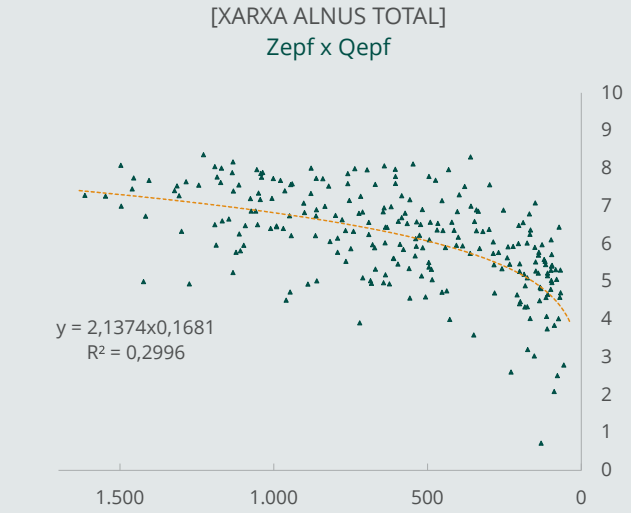


- Cartografia de la qualitat geomorfològica ripària (qgm)
- Cartografia de l'estructura interna del bosc (ei)
- Cartografia de l'estructura externa del bosc (ee)
- Cartografia de la qualitat del bosc ripari (qbr)
- Cartografia de la qualitat (estatus de conservació) de les vernedes (91E0*) - qver
- Cartografia de vernedes singulars

Figura 10 /

Variables estudiades i índexs emprats per a l'elaboració del diagnòstic de la *xarxa Alnus* de les tres conques pilot i cartografies derivades (MN Consultors, 2019).





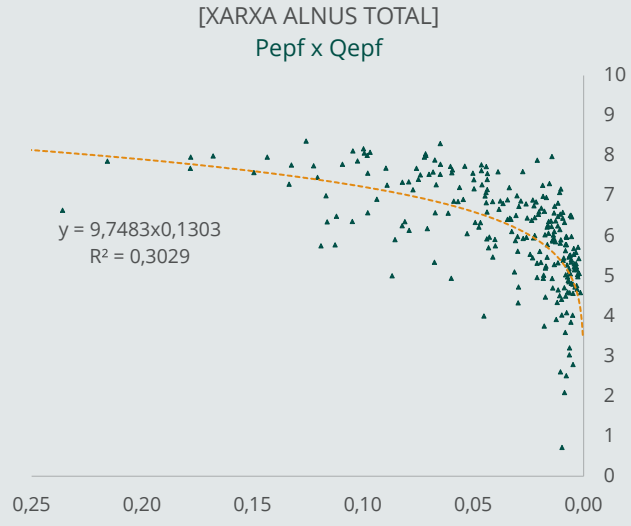


Figura 11 /

Anàlisi de correlacions entre els paràmetres morfomètrics de cada tram estudiat a la *xarxa Alnus* (amplada (W_{epf}), altitud (Z_{epf}) i pendent (P_{epf})), que són indicadors de la seva tipologia geomorfològica (cursos alt, mitjà i baix) pel que fa a l'índex de qualitat ecològica global obtingut per a l'*espai potencialment fluvial* (Q_{epf}) de cada tram. Aquests resultats refermen la idea que no es conserven boscos al·luvials en condicions naturals a les conques estudiades. Els trams menys degradats són gairebé exclusius de sistemes fluvials d'alta muntanya, mentre que les terrasses fluvials dels cursos mitjans tenen un nivell de conservació moderat o baix, i les planes al·luvials (expressions reals dels boscos al·luvials definits per l'HIC 91e0*) han estat fortament ocupades, degradades i transformades, i es poden considerar un paisatge en perill d'extinció a Catalunya (MN Consultors, 2019).

2. 4. Primera experiència de metarestauració de boscos al·luvials mediterranis

A partir dels resultats i les conclusions dels treballs fets a escala regional sobre les conques pilot i la xarxa fluvial, es va iniciar un seguit d'*estudis* i *anàlisis d'alternatives* per dissenyar una estratègia de conservació de les vernedes al·luvials per a les conques dels rius Ter, Besòs i alt Segre.

La concreció de cada estratègia s'ha dut a terme a través d'un procés dilatat i complex que també va implicar el desenvolupament de treballs de camp per verificar la factibilitat tècnica de les alternatives proposades, cercar el consens social i facilitar el procés legal amb els governs locals i les administracions sectorials. D'aquesta manera, les estratègies de conservació de l'hàbitat 91E0* per a cada conca pilot es van perfilar progressivament durant dos anys, i van quedar reflectides en els anomenats *Plans de restauració i conservació d'hàbitats* (PRCH) (MN Consultors, 2020).

Disposar de l'esquema geogràfic i causal de la problemàtica regional, i de l'específica de l'EFR de cada conca (obtingut gràcies als treballs previs), és el que ha permès dissenyar les seves respectives estratègies d'intervenció, recollides als plans esmentats anteriorment. Els PRCH són un intent de assajar els enfocaments i les tècniques de *metarestauració estructural* (mitjançant mesures de protecció jurídica i d'adequació física del corredor fluvial en l'àmbit espacial, d'increment superficial de l'hàbitat, de desfragmentació, de recuperació de l'heterogeneïtat i dinamisme del mosaic biòtic, així com de reconstrucció de les biocenosis) i funcional (enfocats en la reactivació de dinàmiques, processos i fluxos de matèria, energia i informació), des de la perspectiva de la gestió integral i sistèmica de les conques com a unitats ecogeohidrològiques bàsiques (WCM). La finalitat última és incrementar la resiliència del conjunt del metaecosistema.

Com que l'estructura dels *Plans de restauració i conservació d'hàbitats* reflecteix les línies d'actuació del LIFE ALNUS, els seus capítols coincideixen amb les *accions de conservació* que s'hi preveuen. El conjunt d'accions s'ha agrupat en quatre capítols per cada PRCH:

1. El primer dels capítols analitza la *protecció física i jurídica de l'hàbitat*. Planteja possibles estratègies per millorar els diferents nivells d'organització ecològica, des de l'escala de xarxa fluvial fins a la interregional.

El mosaic jurídic que concorre en la planificació i la gestió dels espais fluvials és d'una complexitat màxima, ja que s'hi imbrica la normativa provinent de la planificació hidrològica (gestió de recursos hídrics, riscos relacionats amb les dinàmiques fluvials, protecció del medi hídric i ripari, salvaguarda del domini públic hidràulic i altres figures demanials, etc.), l'ordenació territorial (urbanisme i usos del sòl, infraestructures, etc.), la protecció de la naturalesa (espais naturals i conservació de la biodiversitat) i els aprofitaments sectorials (forestal, agrícola, ramader i piscícola).

A l'escenari estatal, Catalunya havia esdevingut un cas singular en els darrers anys: tenia diferents figures jurídiques específiques previstes en el marc de la normativa urbanística autonòmica, tant per a l'ordenació dels espais fluvials —per a protegir-los ambientalment (*zona fluvial*)—, com amb la finalitat de gestionar els riscos geomorfològics i hidràulics que hi concorren (*sistema hídric* i *zona inundable*). Sens dubte, era un cas afortunat i pioner, fins i tot en el context comunitari (UE). Però aquesta normativa va ser derogada de manera immediatament anterior a l'inici del LIFE ALNUS.

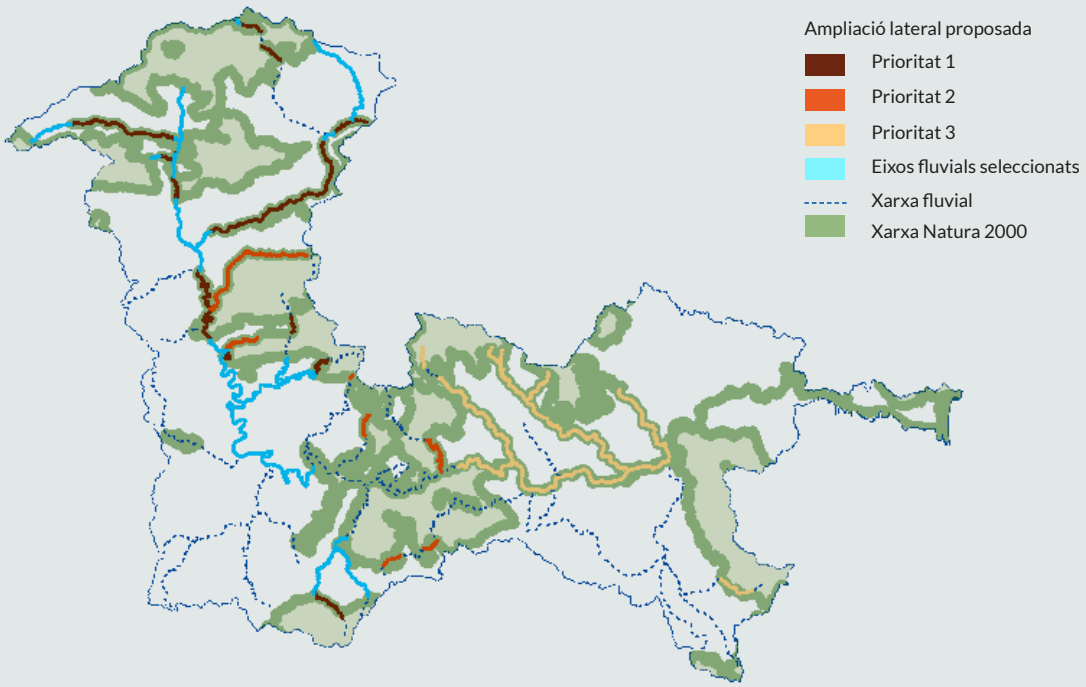
Per això, malgrat que inicialment s'havia previst impulsar de manera experimental i demostrativa una estratègia per a la millora de la protecció física i jurídica de l'EFR mitjançant la combinació coordinada de diverses figures jurídiques (les urbanístiques abans esmentades, la xarxa d'espais naturals autonòmica i les figures demanials previstes a la Llei d'Aigües estatal), finalment es va optar per basar aquesta estratègia únicament en l'ampliació i el perfeccionament de la xarxa Natura 2000.

Com hem dit, aquesta revisió i millora funcional de l'estructura espacial de la xarxa Natura 2000 es va dissenyar des de la lògica regional i interconca (gràcies a la visió aportada pels resultats dels estudis d'escala territorial; vegeu figures 3-7), però considerant també la restauració dels nivells d'organització intraconca. Això últim va ser

possible gràcies al desenvolupament de diverses anàlisis multivariants dins de cada conca pilot, així com la generació de models matemàtics per a l'optimització dels processos de planificació orgànica o sistèmica. Aquests darrers van permetre la identificació d'àrees prioritàries per a la conservació i la restauració de vernedes. Van ser desenvolupats amb el programari de planificació espacial Marxan (Ball et al., 2009), sovint emprat per donar suport a processos de presa de decisions en matèria de gestió del territori i conservació de la biodiversitat (Hermoso et al., 2015).

Gràcies a aquest conjunt d'estudis es va poder fer una proposta de millora de Natura 2000, optimitzada per a cada conca, considerant la lògica funcional del seu EFR. Es va organitzar segons nivells de prioritització que incloïen tant la seva redelimitació lateral com l'ampliació longitudinal de la xarxa fluvial protegida pels espais ja designats, i, fins i tot, la declaració de noves zones especials de conservació (ZEC) (figura 12).

Les diverses estratègies i prioritats van ser traslladades a l'Administració catalana en la planificació i gestió de la xarxa Natura 2000. El Servei de Planificació de l'Entorn Natural de la Generalitat de Catalunya va iniciar el procediment jurídic normativament previst de consultes públiques i aprovació governamental el setembre del 2022.



	Prioritat 1	Prioritat 2	Prioritat 3	Total
Millora longitudinal preseleccionada (km lineals)	124	-	-	124
Millora longitudinal (km lineals)	77,8	40,3	101,9	220,1

Figura 12 /

Exemple de les alternatives considerades per a la remodelació de la xarxa Natura 2000 a la conca del riu Ter. Les dades es troben redactades en quilòmetres lineals. Font: MN Consultors.

Tram de riu amb tallada arreu del bosc de ribera. Riu Fornès, conca del Ter. Foto: Jordi Bas.

Cal destacar que es tracta del primer procés de modificació a escala regional de la xarxa Natura 2000 dut a terme a Catalunya des de la seva aprovació. Eventualment, comportarà la seva ampliació en unes 900 ha (vegeu el capítol 9).

2. El segon dels capítols de cada pla, anomenat *Restauració de la continuïtat i qualitat ecològica de l'hàbitat*, recull totes les estratègies, mesures i intervencions de tipus físic orientades a la rehabilitació funcional del *contínuum de conca*, la restauració ecològica de l'EFR i la millora de la qualitat ecològica de l'hàbitat.

En concret, per a cada conca, es va dissenyar un grup complex i divers d'accions de conservació organitzades en quatre subcapítols: (i) *control d'espècies invasores*, (ii) *maneig forestal*, (iii) *desfragmentació de l'EFR*, i (iv) *reintroducció de l'hàbitat* a cursos on va desaparèixer (restauració de la geografia potencial).

Tal com es va fer durant l'elaboració del primer capítol (*Protecció física i jurídica de l'hàbitat*), també en aquest cas el disseny de l'esquema espacial d'implementació de cada actuació dins de cada conca pilot va implicar la posada a punt de metodologies específiques (figura 13). D'una banda, es van desenvolupar *anàlisis multivariants* a partir de tots els paràmetres de caracterització de les pressions, els trets ecològics i l'estat de conservació de cada tram, i es van dissenyar i calcular *indicadors de priorització* (figura 14). En paral·lel, es van generar models *Marxan* de planificació sistemàtica. A partir d'ambdós models es va iniciar el procés de selecció final de trams d'intervenció per a cada capítol i subcapítol dels PRCH (figura 15). Aquest procés d'optimització en la presa de decisions permetia prioritzar aquells trams fluvials ecològicament més importants. El valor afegit dels PRCH és la projecció d'accions de conservació i restauració de l'hàbitat en el futur, més enllà del període d'execució del LIFE ALNUS.

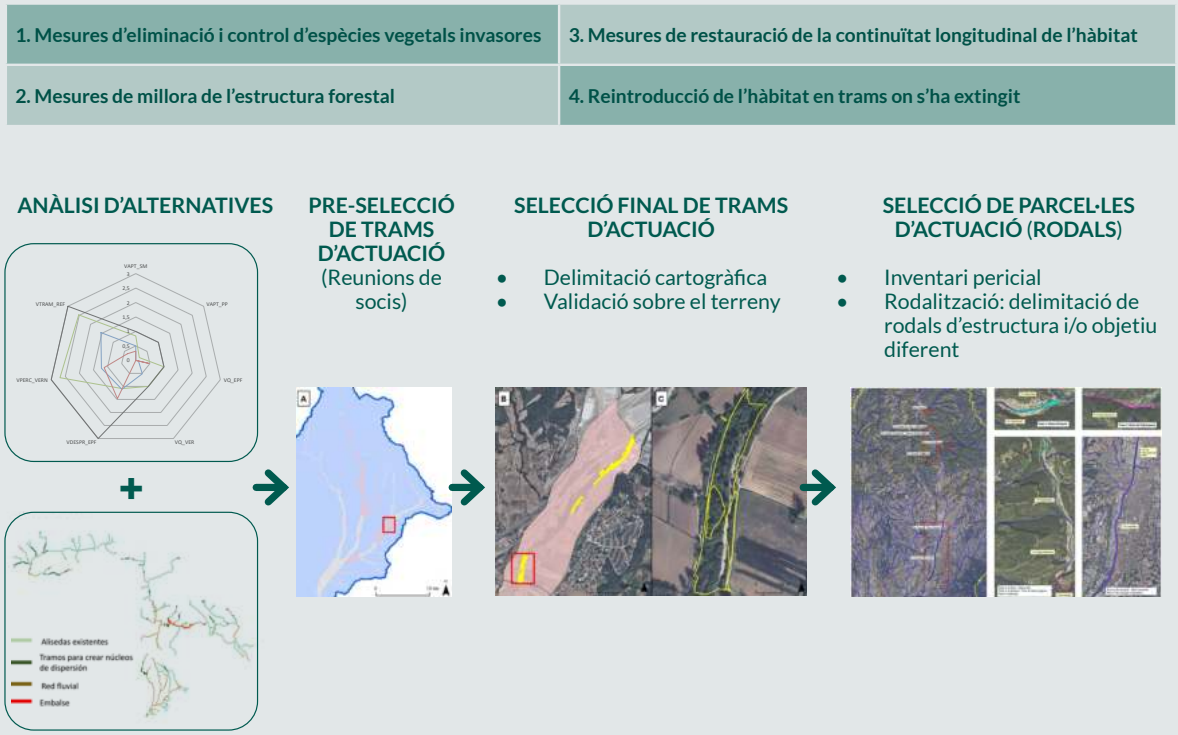


Figura 13 /

Exemple del flux de treball que s'ha seguit en el disseny de l'estratègia d'intervenció recollida a cada capítol dels *Plans de restauració i conservació d'hàbitat* de les conques pilot. El cas que es mostra a la figura és l'anomenat *Restauració de la continuïtat i la qualitat ecològica de l'hàbitat*, i s'estructurava en quatre subaccions: (1) Eliminació i control d'espècies exòtiques, (2) Gestió forestal, (3) Desfragmentació de l'hàbitat, i (4) Restauració de l'àrea de distribució (reintroducció de l'hàbitat). Tal com es mostra al diagrama de flux, el disseny i la planificació espacial de les intervencions recollides en cadascun d'aquests subcapítols partia en tots els casos de l'anàlisi d'alternatives i el càlcul d'índexs d'idoneïtat o d'interès de cada tram, així com del desenvolupament de models de priorització basats en el programari Marxan. Els trams que eren inicialment identificats pel seu interès estratègic s'estudiaven posteriorment en detall mitjançant treball de camp, i els socis responsables (i coneixedors) de cada conca pilot s'encarregaven de revisar-los. Tot això amb la finalitat de dur a terme la selecció final d'aquells trams on s'hauria d'intervenir. Aquesta selecció final de trams donava lloc, finalment, a treballs específics orientats a la selecció de les parcel·les d'actuació. Els treballs consistien a analitzar l'estructura i les possibilitats d'intervenció dins de cada tram en funció de la disponibilitat espacial, les seves característiques ecològiques i altres aspectes socials i jurídics. Font: MN Consultors.

3. El tercer capítol dels PRCH recull la concepció i execució d'experiències o projectes pilot enfocats a posar a punt i testar tècniques de restauració davant de problemàtiques de complexitat singular i que afecten habitualment l'hàbitat a escales locals o de tram. Aquests projectes, de caràcter experimental i repartits a les diferents conques pilot, han estat els següents: (1) Restauració de vernedes en planes al·luvials (conca de l'alt Segre), (2) Restitució de l'hàbitat en trams urbans altament modificats (conca del Besòs), (3) Millora de l'hàbitat en trams fortament regulats hidrològicament (conca del Ter), (4) Restauració de rius fortament incidits o modificats geomorfològicament (conca del Ter). Vegeu els capítols corresponents d'aquesta publicació.

4. El quart i últim capítol complementa tots els anteriors abordant les problemàtiques puntuals detectades a cada conca i relacionades amb l'ús públic ripari.

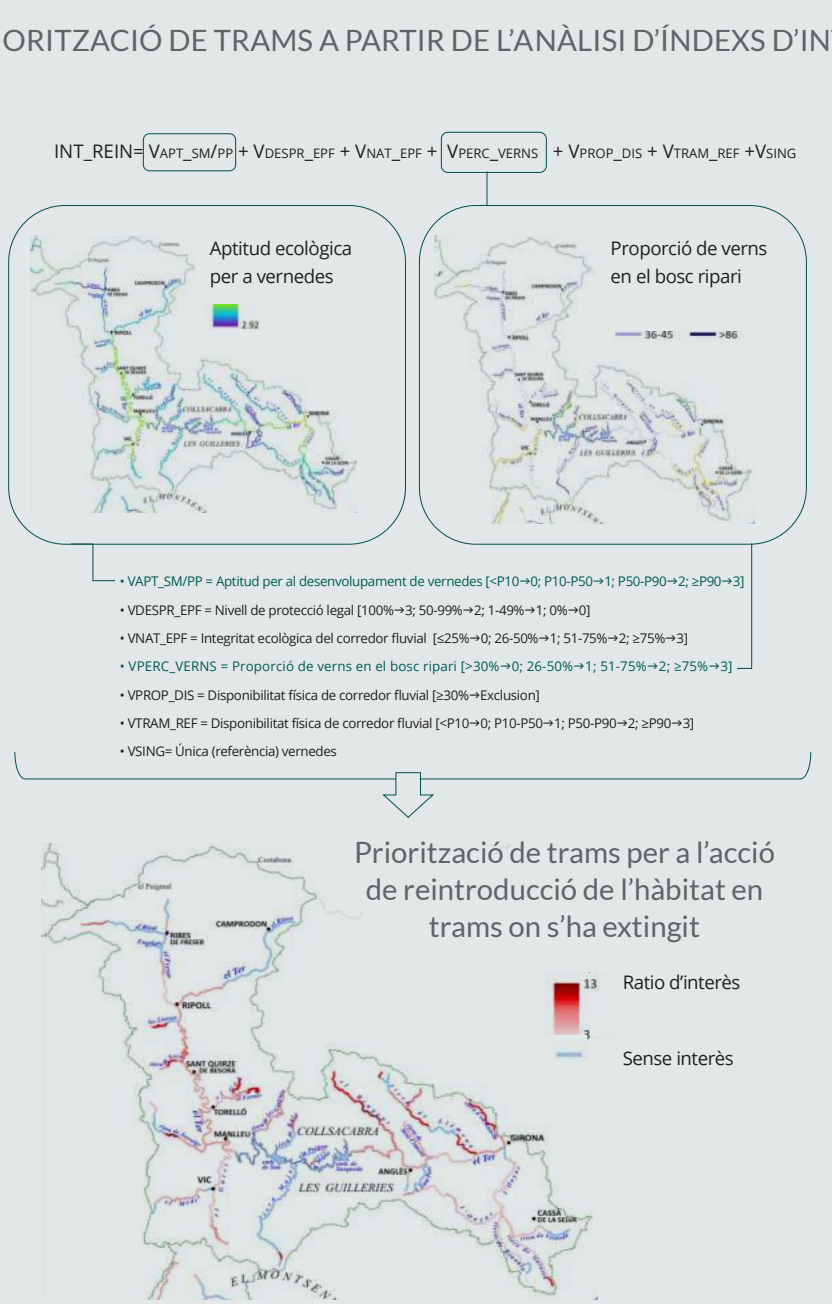


Figura 14 /

El disseny espacial de les estratègies d'intervenció de cadascun dels capítols que integren els *Plans de restauració i conservació* s'ha alimentat de dos models complementaris. Un s'ha obtingut amb anàlisis multiparamètriques a partir de variables de caracterització ecològica i de diagnòstic. Aquestes anàlisis permeten obtenir un model de l'*interès estratègic* de cada tram per a cada acció de restauració. A la figura es mostra el procés de càlcul de l'*índex d'interès* per a l'acció de *reintroducció de l'hàbitat orientada a la restauració de la geografia* (*distribució*) de les vernedes al·luvials a la conca del Ter. Mitjançant el programari de planificació sistèmica *Marxan* s'ha obtingut un segon model per a cada acció i subacció (vegeu la figura 15). Font: MN Consultors.

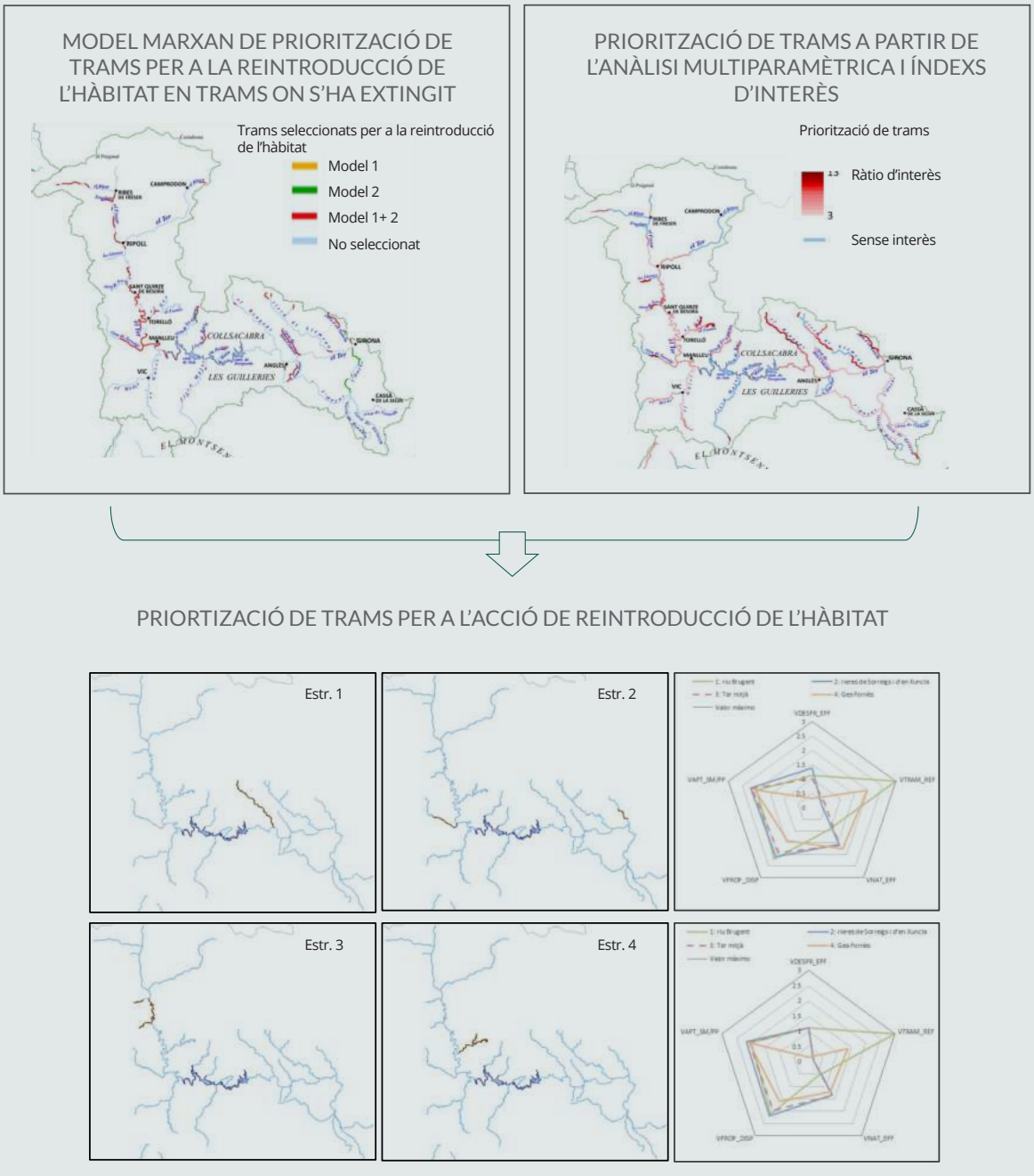


Figura 15 /

A partir dels dos models desenvolupats per al disseny de l'estratègia espacial d'implementació de cada acció i subacció (*Índexs d'interès i Programari Marxan*; vegeu la figura 14), es va dur a terme la selecció final dels trams d'intervenció. A la figura es mostra el resultat d'aquest procés en l'acció de reintroducció de l'hàbitat orientada a la restauració de la geografia (distribució) de les vernedes al·luvials a la conca del Ter. Font: MN Consultors.

CONCLUSIONS

1. El *metaecosistema fluvio-ripari* (EFR) és el sistema ecològic més complex, multifuncional i essencial de cada bioma, i d'ell en depèn el funcionament orgànic del conjunt de la matriu ecològica de cada conca, i viceversa. Constitueix per si mateix el mosaic ecològic més heterogeni, biodivers, dinàmic i plàstic.

2. A l'EFR es concentra la crisi més greu de pèrdua de biodiversitat a escala planetària. Aquesta està relacionada amb la destrucció directa del seu mosaic ecològic heterogeni, però també, i sobretot, amb la desestructuració de tots i cadascun dels nivells funcionals que confereixen una lògica complexa, singular i única a aquest *metaecosistema*.

3. Aquesta degradació ecològica i la crisi biològica que se'n deriva no és homogènia al llarg del contínuum espacial de l'EFR; es concentra de manera especialment greu en els seus dominis morfodinàmics deposicionals, és a dir, en els sistemes de terrasses fluvials i el fons de vall de muntanya mitjana, i també a les planes, planures i riberes al·luvials dels trams inferiors. Els sistemes al·luvials han estat descrits com a «desproporcionadament estratègics» (*lifelines of the landscape*) i són considerats un dels ecosistemes més amenaçats del planeta.

4. La crisi ecològica i biològica dels EFR és especialment apressant a Europa i es troba agreujada en el seu vessant mediterrani, que inclou la península Ibèrica i el territori ecohidrogeogràfic català.

5. La conservació dels EFR, i especialment dels seus boscos al·luvials, s'ha d'abordar mitjançant la restitució de tots els seus nivells d'organització ecològica, la renaturalització de les dinàmiques i els processos que els governen, i la supressió de les barreres, desconnexions i discontinuïtats hidrogeomorfològiques o químiques que impedeixen la integritat del *contínuum de conca*. És urgent reorientar la restauració fluvial partint de la *teoria dels metaecosistemes*, així com des d'una perspectiva holística i sistèmica que valori tots els nivells d'organització de l'EFR, inclosos els d'escala de xarxa, conca, regional i interregional, i des de la *restauració passiva* i l'ús de la plasticitat i la resiliència ecològica.

6. Partint de la hipòtesi que el fracàs de les polítiques europees de conservació dels boscos al·luvials és fruit de la seva estratègia de preservació «mostral» (protegeixen i gestionen únicament «mostres representatives» de cada hàbitat dins de la matriu ecològica territorial, fet incompatible amb la lògica funcional de l'EFR), LIFE ALNUS proposa l'ús d'estratègies de *metarestauració* basades en el reassemblatge funcional de l'EFR amb la finalitat de millorar la protecció i la conservació de les vernedes al·luvials mediterrànies (hàbitat 91E0* de l'Annex I de la Directiva 92/43/CEE) a través de la potenciació de la seva resiliència ecològica a escala territorial.

7. En aquest sentit, el projecte LIFE ALNUS ha desenvolupat i assajat metodologies de caracterització i diagnòstic multiescalars (regió, conca, xarxa fluvial) en tres conques pilot (Ter, Besòs i Segre). Els estudis han confirmat la greu crisi que pateix el sistema al·luvial català, especialment agreujada pel canvi climàtic (CC) i la regulació hidrològica, i destaquen la possibilitat que les selves al·luvials es trobin al límit de l'extinció a Catalunya. L'anàlisi de la distribució i l'estat de conservació del biòtop 91E0*, la *simulació de la seva potencialitat ecològica* territorial, i els models de la *vulnerabilitat davant del canvi climàtic* han resultat instruments enormement útils per a la identificació dels *nuclis refugi* de l'hàbitat i de les estructures de l'EFR més essencials per al manteniment de la resiliència regional i dins de cada conca de les vernedes al·luvials. L'EFR del Ter és estratègic per a la connectivitat regional, mentre que l'alt Segre acull el millor nucli de l'hàbitat i la darrera representació «genuïna» de boscos al·luvials de verns en planes fluvials del territori català. La regulació del règim hidrològic i el canvi climàtic, la incisió i l'escalonament del perfil fluvial, el model territorial d'ocupació de l'espai fluvial, i les pràctiques silvícoles de gestió i aprofitament de l'hàbitat són les pressions principals que expliquen el col·lapse de l'hàbitat 91E0*.

8. També s'ha impulsat, amb caràcter experimental i demostratiu, el disseny i l'execució de *Plans de restauració i conservació de l'hàbitat* per a les tres conques pilot des del concepte de *metarestauració*, emprant la conca com a unitat ecogeohidrològica de gestió, i prioritzant les mesures de potenciació de la resiliència de l'EFR. Aquests plans han suposat (gràcies a models d'anàlisi d'alternatives i de planificació sistèmica) la millora de la xarxa Natura 2000 a Catalunya, i la desfragmentació i restauració de l'EFR a diferents escales.

Salzeda de salze blanc (*Salix alba*) en un tram trenat del Ter mitjà (Illa del Sorral, Masies de Voltregà) / Foto: Jordi Camprodon.

3 /

CONSERVACIÓ DEL BOSC DE RIBERA I GESTIÓ FORESTAL

3 / CONSERVACIÓ DEL BOSC DE RIBERA I GESTIÓ FORESTAL

Jordi Camprodon[1,3], Jaime Coello[2], Pau Vericat[2], Pol Guardis[1] i Míriam Piqué[2]

[1]Grup de Biologia de la Conservació (GBiC). Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya (CTFC).

[2]Àrea de Gestió Forestal Sostenible (AGS). Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya (CTFC).

[3]Departament de Biociències. Universitat de Vic-Universitat Central de Catalunya (UVic-UCC)

3.1. Les particularitats del bosc de ribera en relació amb la gestió forestal

Els boscos de ribera espontanis són un dels sistemes forestals més afectats per activitats agrícoles i extractives, construcció d'infraestructures hidràuliques, o substitució per plantacions forestals intensives. L'aprofitament i substitució de la vegetació de ribera va ser intensa principalment en èpoques històriques de forta demanda de superfícies de cultiu i de fusta, especialment a partir de mitjans del segle XVIII i fins a mitjans del segle XX. Durant el darrer segle les riberes s'han continuat degradant i fragmentant en el context ibèric, sobretot a les planes al·luvials. Les riberes fluvials són terrenys humits i molt fèrtils i, per tant, molt valorats per a la pràctica de l'agricultura i la ramaderia, tant a les grans planes al·luvials com als replans de la vora dels trams de riu de muntanya. Per això, s'ha reduït la major part de l'amplada potencial que ocuparia el bosc de ribera natural, fins a quedar, habitualment, només una franja discontínua de pocs metres d'amplada al costat del curs del riu, on l'estabilitat del terreny i el mal accés no han permès la rompuda, arribant a desaparèixer en trams fluvials de desenes o centenars de metres lineals.

Per tant, fora de les capçaleres profusament forestades, la vegetació llenyosa riberenca de les planes al·luvials és un sistema estretit i fragmentat que recorre el curs del riu entre la làmina d'aigua i terrenys destinats a cultius, pastures o usos suburbans. No obstant això, a les zones de més pendent o amb sòls hidromòrfics, i també a illes fluvials, les formacions de ribera poden arribar a amplades més grans i constituir rodals de dimensions apreciables.

Les principals característiques dels boscos de ribera que condicionen la seva gestió són les següents:

a) Superfícies petites, estretes i discontínues

b) Formacions forestals amb pocs elements de maduresa, amb bona part dels peus de rebrot i una abundància puntual d'espècies exòtiques invasores.

c) Forta heterogeneïtat a petita escala, especialment seguint un gradient de profunditat del nivell freàtic i de disponibilitat de llum. Com a conseqüència, es tracta sovint de boscos mixtos, amb una gran diversitat d'espècies llenyoses.

d) Sòls hidromòrfics, sovint fràgils i sorrencs.

e) Zones de gran dinamisme, exposades a l'impacte de crescudes sobtades o regulars de cabals, les quals poden causar danys mecànics, canvis en la hidromorfologia i incrementar la fertilitat.

f) Dificultat d'accessos, sobretot en capçaleres.

g) Disponibilitat d'aigua elevada, la qual accelera les dinàmiques de creixement del bosc i del sotabosc i incrementa la diversitat d'espècies. Aquests boscos tenen una risc d'incendis inferior a la major part dels boscos mediterranis.

h) Condicionants legals: directives comunitàries, legislació d'aigües, legislació ambiental i, sovint, normativa urbanística, amb competències compartides entre múltiples administracions (figura 16).

Com a conseqüència d'aquests condicionants, el bosc de ribera sovint es troba en un estat de de manca de gestió planificada. L'excepció a aquesta situació son algunes àrees de muntanya, de més vocació forestal, on la franja de bosc de ribera sol tractar-se com una unitat d'actuació dins la planificació forestal.

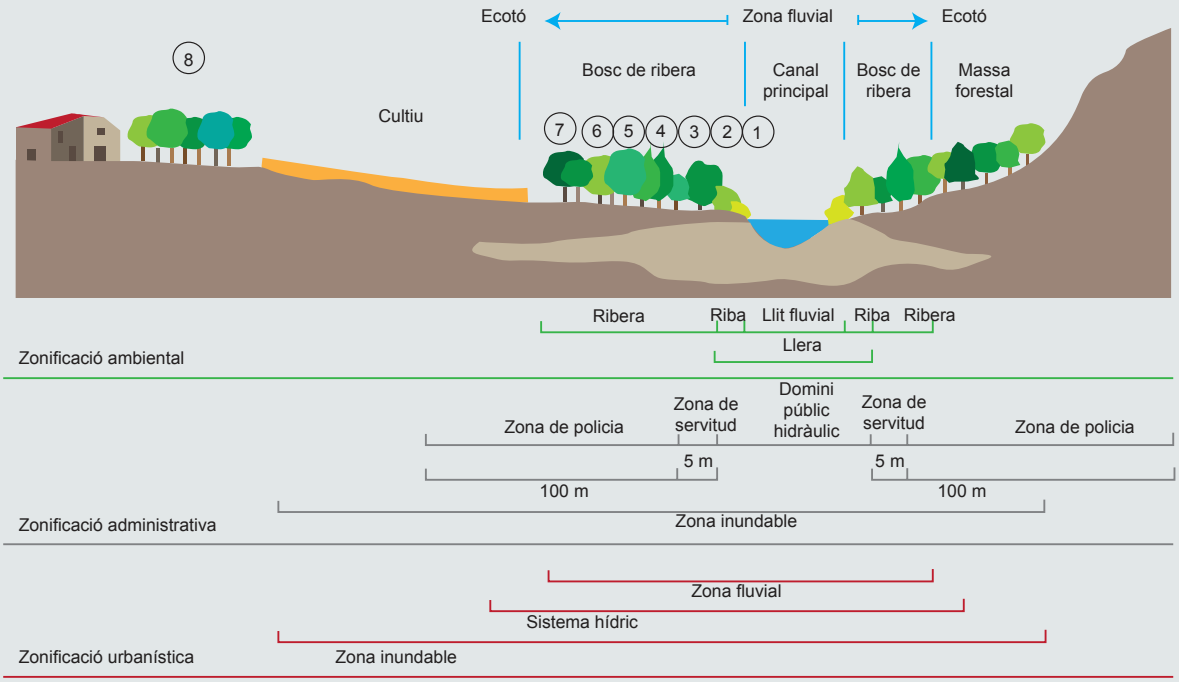


Figura 16 /

Seccions tranversals del sistema, espai o zona fluvial utilitzades habitualment en planificació. Adaptat de Prat et al., 2008.

Verneda amb verns de rebrot al riu Segre. Foto: Jordi Bas.

3. 2. Una zonificació transversal del bosc de ribera

Tot i la seva diversitat intrínseca (tant a nivell de formacions forestals com dels diferents trams fluvials), el bosc de ribera es pot zonificar transversalment (és a dir, en seccions perpendiculars a la llera), seguint diferents models i criteris ecològics, administratius i urbanístics (figura 16). Es presenta a continuació una zonificació seguint un enfocament pràctic pensant en facilitar la gestió forestal i la conservació dels espais fluvials:

a) **Franja Ripària** (**FR**). Es tracta de la franja situada més a prop de la llera, amb una vocació prevalent de recuperar i preservar la integritat ecològica (estructural i funcional) de la vegetació de ribera. L'amplada i complexitat potencials de la FR en un tram determinat són proporcionals al cabal del curs d'aigua. Idealment, la FR hauria d'ocupar tot l'Espai Potencialment Fluvial (EPF) i si és més estreta que aquest, es considera que l'hàbitat està degradat i cal valorar-ne actuacions de restauració.

L'amplada mínima proposada per a la FR seria la del Domini Públic Hidràulic (DPH, figura 17), amb la proposta d'ampliació lateral en funció de l'amplada del mateix DPH, en tot cas mai inferior a la del bosc de ribera existent. També es pot aproximar amb amplada de FR mínima que ocupi a partir del mètode del canal ple (Camprodon et la. 2012). Correspon al canvi brusc de pendent de la riba (canal ple o *bankfull*), que sol estar definit pel límit extern de les avingudes més recurrents (període de retorn: 10 anys), amb l'addició d'una amplada prederminada (figura 17). En el capítol dedicat a gestió forestal en zones de ribera del manual *Restauració fluvial i gestió ecològica* (Camprodon et al. 2012) es proposen diferents casos de delimitació mínima de la FR. La recuperació i conservació de la FR permetrà complir amb els requisits de les directives europees (veure apartat 3.6).

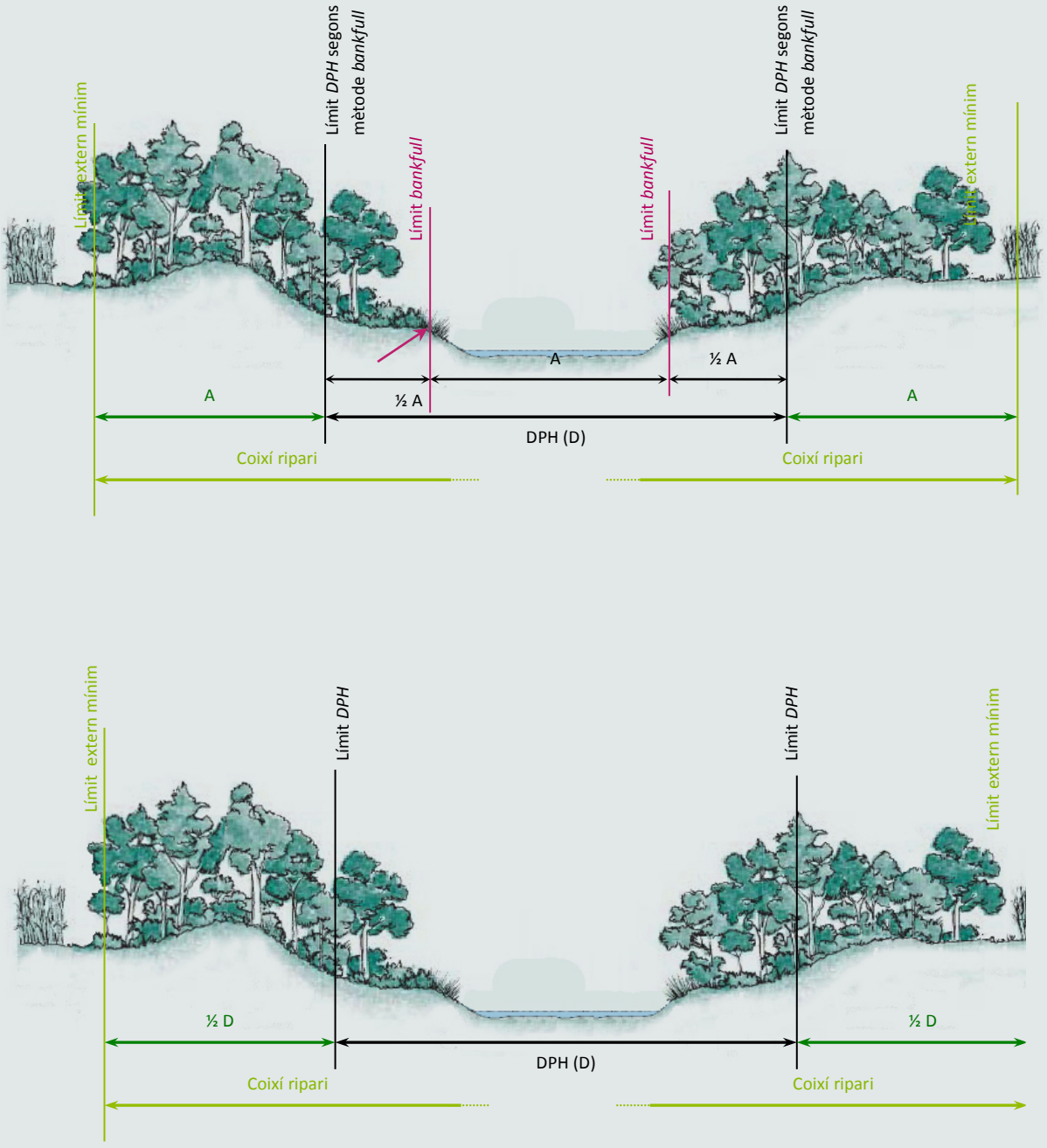


Figura 17 /

Exemple de delimitació de la franja ripària mínima en un riu de 2 a 10 m d'amplada de canal ple o *bankfull*, per a trams on: a) es coneix el límit del DPH, b) no es coneix el límit del DPH. FR = (límit del *bankfull* + ½ A) + A. Límit del canal ple = límit exterior del canal on trenca el pendent). A = amplada del canal ple. En el segon cas, el límit proposat del DPH és una mera aproximació. Font: Camprodon et al., 2012.

Dins la FR distingim entre:

- **Primera línia o Franja Ripària Protectora** (**FRP**). Àrea en contacte amb el curs d'aigua o influenciada permanentment pel nivell freàtic. També s'inclou en aquesta categoria les illes fluvials. Les formacions més representatives d'aquesta línia són els canyissars i els bogars, i entre les espècies arbòries en destaquen el vern, el salze blanc i altres salicàcies de port menor; l'àlber i, sovint, el pollancre. La vocació prevalent d'aquesta línia és la conservació i també té un especial interès per a activitats científiques. Les intervencions s'han de limitar a actuacions puntuals i que permetin resoldre una situació que empitjoraria amb l'evolució natural de l'espai: arbres que posin en perill infraestructures o camins, tractament d'al·lòctones invasores, etc. La vegetació d'aquest espai és particularment rellevant per a l'ecosistema fluvial, en protegir físicament els marges (retenció mecànica del sòl), la flora i fauna associada a l'ecotò riba-aigua (algues, aus, peixos, mamífers, amfibis) i regular la llum i la temperatura de l'aigua; per tant, és essencial mantenir i promoure la integritat i l'estabilitat de la vegetació d'aquesta àrea.

- **Segona línia o Franja Ripària Multifuncional** (**FRM**). Vegetació molt influenciada pel nivell freàtic però separada de la llera per la FRP. Les espècies més representatives inclouen, a més de pollancre i vern, altra vegetació associada a riberes, com ara om i freixe i, segons l'àrea, altres espècies que localment ocupen únicament espais d'influència ripària com avellaner, saüc, lledoner, auró blanc, trèmol o noguera. Aquesta àrea té una vocació multifuncional i s'hi poden plantejar intervencions que generin un rendiment econòmic (aprofitament de recursos fusters, especialment la fusta d'alta qualitat) compatibles amb els valors de conservació de l'espai, fins i tot valorant deixar alguns espais o trams en evolució natural o destinats a protecció estricta, com és el cas de les Reserves Naturals Fluvials, previstes a la Llei d'Aigües estatal. Aquesta situació es pot plantejar en boscos al·luvials amb un alt grau de maduresa i naturalitat o amb elements de biodiversitat d'interès especial, com ara poblacions d'espècies amenaçades de flora i/o fauna.

El límit entre aquestes dues línies és sovint difús i no es pot estandarditzar de manera estricta amb criteris d'espècies, distància a la llera o períodes de retorn d'avingudes. La delimitació d'ambdues s'ha de fer sobre el terreny per personal tècnic, atenent a l'estructura, dinàmica i vocació de cada tram del riu i de la vegetació existent.

b) Formacions forestals a partir del límit extern de la Franja Ripària:

- **Formacions arbrades annexes a la franja ripària**. Estructura més o menys naturalitzada i amb vegetació que pot incloure vegetació típica del bosc de ribera i també altres espècies no estrictament lligades a aquest àmbit. Novament, el límit entre aquestes formacions i la FRM té una component de subjectivitat. Aquest espai té una vocació multifuncional, si bé els condicionants imposats per la influència ripària són menys marcats que a la FRM.

- **Plantacions arbòries comercials**. Tenen un marc de plantació regular, coetànies i sovint monoespecífiques o monoclonals, amb una vocació productiva. Aquests sistemes se solen implantar en espais d'ús previ agrícola o d'extracció d'àrids i permeten incrementar l'amplada de la franja arbrada, allunyant la frontera agrícola del curs d'aigua. Tot i això, aquestes plantacions no cobreixen les mateixes funcions biològiques que un bosc de ribera ben estructurat degut a la seva simplicitat (un únic estrat homogeni i en marc regular), al treball periòdic del sòl (durant els primers anys) per mantenir-lo sense vegetació, i al seu aprofitament com a tallades arreu en torns curts (12-18 anys). Tot i aquestes limitacions, aquestes plantacions poden arribar amb el temps a compartir algunes característiques amb els boscos de ribera ben estructurats: un estrat arbori adult i una certa colonització per elements de flora (bàsicament de sotabosc) i fauna (sobretot associada a l'estrat arbori) propis de les riberes naturals. L'apartat 3.4.5 mostra algunes propostes per facilitar la naturalització i multifuncionalitat d'aquests espais.

Aquesta zonificació representa un gradient de vocació d'usos, amb una priorització de la conservació dels valors naturals com més a prop de la llera, de la productivitat a les parts més llunyanes

a aquesta, i de multifuncionalitat (conservació i producció) a les parts intermèdies. La legislació vigent permet modular aquestes vocacions, en funció de les característiques de cada tram, la seva propietat, els valors naturals presents i potencials o el context socioeconòmic de l'espai (figures 18 i 19).

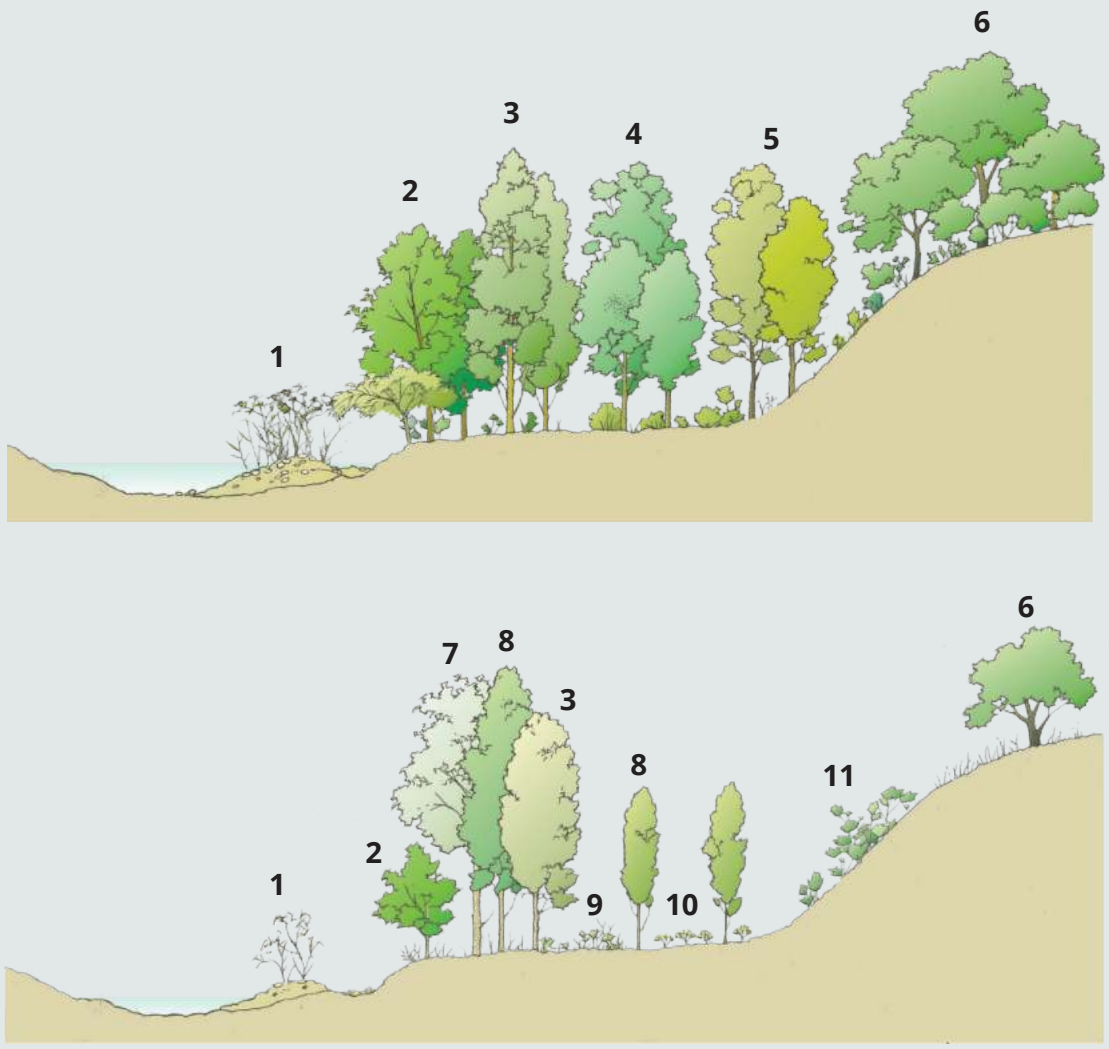


Figura 18 /

Diferents perfils de la vegetació de ribera. A dalt: bosc de ribera potencial en un riu mediterrani representatiu del sud-oest d'Europa, el curs mitjà-alt del Ter. A baix: exemple de vegetació de ribera antropitzada pels usos agrícoles, ramaders, forestals i per la manca de cabals. La franja ripària (FR) a definir seria, en una situació màxima, el cas de dalt i, com a mínim, una situació intermèdia entre els dos extrems. Llegenda: 1) salzeda de *Salix elaeagnos*, 2) verneda amb *Alnus glutinosa* i *Salix purpurea*, 3) salzeda de *Salix alba*, 4) omeda d'*Ulmus minor*, 5) freixeneda de *Fraxinus excelsior* o *F. angustifolia*, 6) roureda de *Quercus pubescens*, 7) *Populus deltoides* i *Platanus x hispanica* subespontanis, 8) plantació de pollancre amb sotabosc d'esbarzers, 9) llenyoses invasores *Robinia pseudoacacia* i *Ailanthus altissima* subespontanis, 10) pastures i conreus amb roures. Dibuix: Pere Rovira.

Els següents apartats mostren propostes, tractaments i tècniques de gestió forestal aplicables al bosc de ribera, modulades d'acord amb aquesta zonificació.

3. 3. La gestió forestal de les riberes: un plantejament multifuncional per a ecosistemes complexos

La gestió forestal sostenible es defineix com "la protecció i l'ús del bosc i d'altres superfícies forestals d'una manera i a un ritme tal que se'n manté la biodiversitat, productivitat, capacitat de regeneració, vitalitat i potencial per assolir, ara i en el futur, les funcions ecològiques, econòmiques i socials a escala local, nacional i global, sense danyar altres ecosistemes" (MCPFE, 1993). La gestió forestal sostenible es basa en la **multifuncionalitat** dels sistemes forestals per proveir simultàniament un ampli ventall de serveis ecosistèmics.

Les fases de la gestió forestal sostenible són les següents (figura 20):

a) **Diagnosi**: recollida de tota la informació necessària per caracteritzar el medi: clima, sòl, vegetació, valors naturals actuals i potencials, factors o agents de canvi, dinàmiques i processos hidromorfològics.

b) **Zonificació**: identificació d'àrees amb característiques semblants. En el cas de la zonificació del bosc de ribera cal tenir en compte els criteris presentats a l'apartat 3.2.

c) Assignació dels **objectius de gestió** per a cada zona identificada: en funció de les seves característiques i vocació, s'estableixen objectius concrets per a cada zona.

d) Definició de les **intervencions** necessàries per assolir els objectius establerts a cada zona identificada. L'apartat 3.4 mostra les principals intervencions silvícoles que es poden plantejar en boscos de ribera.

Tota aquesta informació s'ha de plasmar en un Instrument d'Ordenació Forestal (IOF), i implementar-se seguint unes condicions tècniques adaptades a les particularitats de cada espai. L'apartat 3.5 mostra exemples pràctics d'aplicació de la gestió forestal en bosc de ribera, en diversos rodals demostratius del projecte LIFE ALNUS.

D'aquesta manera, es pot aconseguir una multifuncionalitat en la gestió a escala de forest, donant resposta simultàniament a múltiples demandes (conservació, bioeconomia, aspectes paisatgístics i recreatius) si bé a cada zona identificada es poden prioritzar o compatibilitzar objectius específics. Per exemple, a un tram concret de bosc de ribera es pot cercar, mantenir i promoure els indicadors de biodiversitat, les seves funcions protectores i aconseguir al mateix temps una sostenibilitat econòmica de les intervencions. Els tractaments concrets a fer per aconseguir aquests objectius globals serien molt variables en funció de l'àrea del bosc: deixar en evolució natural, promoure arbres de llavor de grans dimensions, anellar alguns arbres per generar fusta morta, eliminar exòtiques invasores, fer-ne aclarides per reduir la competència i promoure el desenvolupament d'arbres d'alt interès comercial o de conservació, plantacions de restauració o d'enriquiment d'àrees degradades, etc.

Figura 19 /

Verneda en plana al·luvial, parcialment inundada, al riu Segre, Prullans, La Cerdanya. Foto: Jordi Bas.

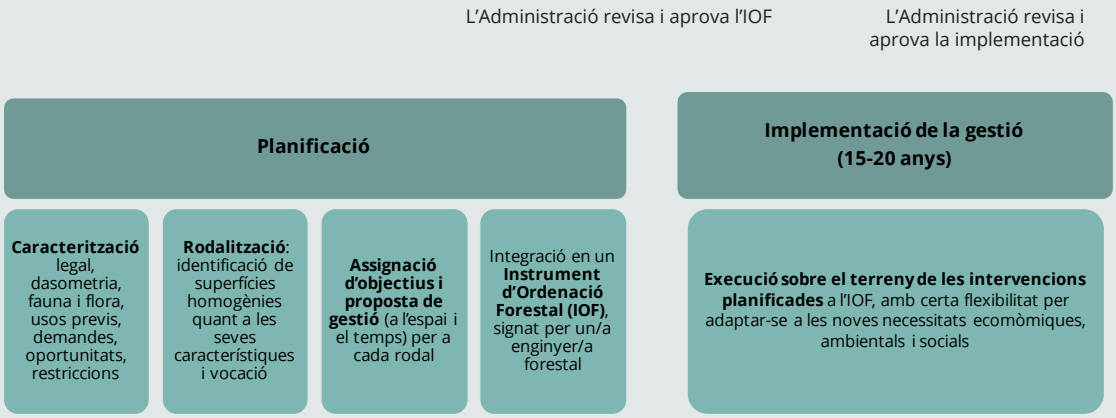


Figura 20 /

Procediment de la gestió forestal. Adaptat de Coello et al., 2021.

Així, els boscos de ribera es poden aprofitar de forma compatible amb el manteniment de les seves funcions biològiques i ecològiques, en compliment de la normativa europea (Directives Hàbitats, Ocells i Marc de l'Aigua), estatal i autonòmica, detallades a l'apartat 3.6. Amb aquest context de referència, els següents apartats proposen una sèrie de recomanacions per a la recuperació i conservació dels processos ecològics, integrables en la gestió forestal de les riberes que permetin alhora:

a) Conservar, rehabilitar i restaurar una franja de vegetació ripària per tal de garantir la funcionalitat dels processos ecològics i la biodiversitat associada i que, alhora, potenciar el conjunt de serveis ecosistèmics dels medis aquàtic i ripari. La protecció d'espècies de fauna i flora implica mantenir poblacions viables de manera que les activitats implementades siguin compatibles amb la preservació d'aquestes poblacions. Cal parar una atenció especial a la protecció i promoció de la qualitat d'àrees crítiques (per exemple, colònies de cria, figura 21), especialment en el cas de les espècies amenaçades. Espècies amb dominis vitals i requeriments estructurals amplis, com la llúdriga, s'adapten a la dinàmica canviant de les àrees de ribera i, per tant, poden tolerar un cert grau de modificació espacial i temporal de les formacions arbòries. En canvi, petites alteracions de l'estructura del bosc de ribera poden comportar la desaparició d'àrees crítiques per a altres espècies de fauna i flora: per exemple, els arbres que acullen colònies de cria d'ardeids o presenten cavitats amb colònies de ratpenats. A més, la modificació de l'estructura arbrada en la zona de contacte entre la riba i la llera (mesohàbitats) pot alterar el sòl i també l'ombreig de la llera causant un impacte sever sobre les comunitats aquàtiques (creixement algal, macroinvertebrats, peixos) i semi-aquàtiques que s'alimenten al riu i es refugien a la riba, com l'almesquera, la musaranya d'aigua i la rata d'aigua. En aquests casos pot ser recomanable la declaració de reserves forestals estrictes, tot i que no tinguin una gran extensió.

b) Aprofitar els productes forestals, un recurs renovable i amb múltiples utilitats (fusta per a bioenergia, construcció, embalatges o mobiliari; bolets, pastures i altres recursos no fusters) que dinamitza la bioeconomia d'àrees rurals i redueix la dependència de matèries primeres importades i/o d'origen no renovable. Aquest aprofitament pot permetre aconseguir una sostenibilitat econòmica per al conjunt de mesures de gestió, incloent-hi les mesures de conservació.

c) Integrar i gestionar de manera coherent els múltiples usos i demandes dins d'aquests espais i a les zones adjacents: ús agrícola, ramader, infraestructures, activitats de lleure i educatives, etc.

Figura 21 /

Martinet de nit *(Nycticorax nycticorax)* transportant material per fer el niu en una verneda al riu Ter, Torelló. Foto: Jordi Bas.

El bosc de ribera s'integra en el sistema fluvial. Les intervencions a la riba afecten a la dinàmica fluvial i recíprocament. Les activitats extractives de sediments han de quedar totalment excloses del conjunt del sistema fluvial. Les actuacions en el bosc de ribera haurà de tenir en compte criteris geomorfològics, hidrològics, d'ecologia fluvial i de biologia de les espècies.
El principi general que hauria de regir qualsevol actuació en el tractament de la vegetació de ribera és que el sistema no perdi atributs del seu estat ecològic ni dels serveis ecosistèmics que aporta.

3. 4. Actuacions de gestió forestal

Aquest apartat mostra una descripció general de les principals actuacions a considerar en la planificació i la implementació de la gestió forestal sostenible i multifuncional del bosc de ribera. L'apartat 3.5 mostra exemples concrets i quantitatius d'aplicació d'aquests principis i recomanacions a rodals demostratius del projecte LIFE ALNUS.

Per orientar la decisió i prioritzar les actuacions a realitzar, és útil recolzar-se en índex d'avaluació de l'estat de les formacions forestals de ribera, especialment el QBR (Munné et al. 2003). Aquests índex ens permetran identificar quins elements ens estan alterant en major mesura la qualitat de l'ecosistema i en els quals convé centrar les actuacions de restauració.

Com a premissa en la planificació forestal i en qualsevol actuació, sigui de restauració fluvial, de gestió multifuncional del bosc o de preparació a dinàmica natural, cal efectuar inventaris previs (pericials o complerts), una planificació i rodalització acurada de les actuacions, un marcatge dels peus sobre els quals actuar i dels espais de plantació i un seguiment i avaluació de les actuacions i de l'impacte sobre bioindicadors. L'avaluació de les actuacions permet dur a terme una gestió adaptativa que permeti aplicar correccions en una intervenció futura. Comptar amb operaris i direcció d'obra habituats a treballar en boscos de ribera és la millor opció per garantir una execució de qualitat i eficient dels treballs.

Figura 22 /

Tallada de selecció en un bosc de ribera mixt al riu Ter a Osona. Foto: Jordi Camprodon.

3.4.1. Actuacions de millora

Les actuacions de millora cerquen incrementar la vitalitat i l'estabilitat del bosc de ribera, per tal de portar-lo progressivament cap a estructures que millorin la provisió de serveis ecosistèmics: indicadors de biodiversitat, productes amb interès per a la bioeconomia, valors paisatgístics i de conservació, etc. Les principals actuacions contemplades són:

Aclarides

Les aclarides consisteixen en reduir la densitat arbrada, per regular-ne la competència i incrementar la vitalitat i el creixement dels arbres mantinguts (figura 22). Convé aplicar aquestes aclarides amb criteris de selecció arbre a arbre assenyalant els arbres a mantenir i i/o els arbres a tallar, en funció del paper, actual i potencial, de cadascun. Les aclarides s'han d'aplicar de manera coordinada amb les intervencions d'eliminació d'exòtiques (veure Capítol 4), entre les quals destaquen l'ailant (*Ailanthus altissima*), la robínia (*Robinia pseudoacacia*), el negundo (*Acer negundo*) el desmai (*Salix babylonica*), l'arom (A*cacia farnesiana*), les moreres (*Morus* sp.), l'arbre del paradís (*Eleagnus angustifolia*) o el plataner (*Platanus x hispanica*) (figura 23).

En el cas de masses molt denses i poc desenvolupades i/o d'origen artificial plantades en línies, les aclarides se solen aplicar de manera sistemàtica, és a dir, seguint criteris predeterminats (ex: una línia de cada tres; un carrer de 2 m d'amplada cada 8 m) sense parar atenció a les característiques de cada arbre, per tal d'abaratir costos o mantenir un marc regular. La intensitat de l'aclarida és una decisió clau, que depèn de l'estat de desenvolupament de la vegetació i de la vocació i la productivitat de l'estació.

Les aclarides són una inversió que no solen generar beneficis ni arriben a autofinançar-se, tret de masses amb força existències de fusta i bona accessibilitat.

Figura 23 /

Aclarida de millora en salzeda de salze blanc (*Salix alba*) en una illa fluvial del riu Ter a Osona. Els arbres de futur estan marcats amb cinta. Els arbres a tallar amb marca de pintura groga. Foto: Jordi Camprodon.

Conversió de bosc menut a bosc de llavor

Les espècies de forta capacitat de rebrot, que són les més habituals al bosc de ribera, responen a la tallada, a danys mecànics o a l'herbivorisme amb l'emissió de tanys o rebrots de soca o d'arrel. Els boscos amb una forta predominança d'arbres de rebrot, sobretot quan són resultat de tallades reiterades i abandonats posteriorment durant dècades, solen presentar problemes d'empobriment genètic, ja que uns pocs individus poden ocupar una superfície important i l'alta densitat dificulta la fructificació i la regeneració sexual de la massa (figura 24). A més, si les soques són molt envellides poden presentar baixa vitalitat i problemes sanitaris i d'estabilitat. Per exemple, els rebrots de vern decauen a partir de 25-30 anys per esgotament de la soca, mentre que els verns de llavor poden tenir una longevitat de fins a 100 o 130 anys (Claessens et al., 2010).

Per convertir aquests boscos regenerats tradicionalment de manera vegetativa (bosc menut) en boscos de regeneració sexual (bosc de llavor) la intervenció fonamental és la selecció de tanys. Aquesta mesura equival a una aclarida aplicada a escala de cada soca, és a dir, es tallen alguns tanys (rebrots) per promoure la vitalitat d'aquells que han estat respectats. A l'igual que a una aclarida, convé promoure els tanys de més alt interès (actual o potencial) des del punt de vista ecològic (presència de microhàbitats, estabilitat, mida gran, alta capacitat de fructificació) i comercial (rectes i drets, ben conformats, sans). L'efecte global a escala del bosc és, a l'igual que l'aclarida, una reducció progressiva de la densitat, de manera que els tanys respectats poden expandir la seva capçada i incrementar la producció de llavor que permetrà cercar la regeneració sexual de la massa, com s'explica en l'apartat 3.4.2.

La intensitat de la selecció de tanys d'una soca s'ha de modular en funció de l'espècie i de l'estabilitat i la vitalitat individual i col·lectiva dels tanys: els més envellits, de baix vigor, i amb la capçada poc desenvolupada són els que tenen menys capacitat de reacció i són els més vulnerables a caigudes per l'efecte mecànic del vent o d'una crescuda. Per tant, en aquests casos s'ha de fer una selecció més suau que en el cas de soques i tanys joves, flexibles i vigorosos. En el cas de soques amb tanys molt atapeïts i inestables, on qualsevol intervenció faria perillar els tanys respectats, es poden valorar dues alternatives: la tallada completa dels tanys, per permetre l'entrada de llum i induir la regeneració sexual d'arbres propers (o possibilitar la selecció dels tanys futurs amb més garanties), o bé el no intervenir, per no desestabilitzar la soca i permetre que segueixi amb la seva funció fins el sistema.

Cal tenir en compte que l'estratègia reproductiva de les espècies forestals de ribera es basa en gran part en la reproducció vegetativa. Per tant, més que la conversió completa a bosc de llavor té interès incrementar la proporció de regeneració sexual i per tant el flux genètic. Amb els tractaments de conversió, principalment la selecció de tanys, s'aconsegueix a més una millora estructural del bosc, una fisiognomia més madura i s'incrementa la vitalitat i la resistència a fenòmens puntuals de sequera. Per tant, l'objectiu, com a fase transitòria o plantejada a llarg termini, és cercar un "bosc mitjà", a on hi conviuen peus de llavor (amb interès multifuncional: conservació, producció de fusta de qualitat, etc.) i de rebrot (interès especialment per a la producció de llenyes i fusta per a torneria).

Figura 24 /

Rebrots de soca en una verneda. Foto: Jordi Bas.

Estassades

L'estassada és la tallada de l'estrat de sotabosc (arbustos i arbres de petita mida i lianes) per tal de facilitar el trànsit pel rodal, afavorir la viabilitat de la regeneració natural, reduir la competència per l'aigua del sòl i reduir la vulnerabilitat als incendis, tot i que aquests dos últims criteris no solen ser prioritaris en boscos de ribera. Les estassades són una intervenció costosa i que pot tenir un impacte nociu sobre la biodiversitat i el sòl, per la qual cosa s'han de definir amb criteri tècnic i preferentment de manera:

- Selectiva: sense afectar la vegetació protegida (figura 25) i mantenint en la mesura que sigui possible la totalitat de les espècies presents (amb l'excepció de les identificades com a exòtiques invasores a erradicar) i especialment aquelles associades a l'ambient ripari (canyissars i bogars, herbassars higròfils i formacions de *Vitex agnus-castus*), espècies escasses, les què generin millors recursos tròfics, substrat per amagar els nius, microhàbitats i/o capacitat de refugi per a la fauna. En el cas de zones vulnerables a incendis forestals, convé incidir especialment sobre el combustible d'escala, és a dir, el sotabosc que crea una continuïtat vertical entre el combustible de superfície i el de la part baixa de les capçades dels arbres. Si el risc d'incendi es considera marginal, convé mantenir-lo. Es un component important de l'ecosistema.

- Parcial: convé respectar una cobertura del sotabosc del 30-50% per mantenir les seves funcions ecològiques, i amb valors més alts si aquesta vegetació té un paper important en la retenció del sòl (ex: sotabosc en contacte amb la llera) i en el cas d'individus submergits parcialment. Novament, aquesta recomanació s'ha de modular en el cas d'intervencions d'eliminació d'al·lòctones invasores.

Una possibilitat d'aconseguir un bon cost-eficàcia seria aplicar una estassada parcial organitzada en carrers i/o clarianes, és a dir, obrint superfícies connectades entre si que permetin facilitar la transitabilitat i la regeneració però respectant una part important del sotabosc intacte.

Figura 25 /

Estassada selectiva del sotabosc. Foto: Jordi Camprodon.

3.4.2. Actuacions de regeneració

Aquestes intervencions cerquen aconseguir una renovació viable del bosc. En funció de l'àrea, es pot cercar també aconseguir una sostenibilitat econòmica que permeti continuar aplicant el conjunt de mesures de gestió forestal (incloent-hi la diagnosi, la planificació o les actuacions de millora i conservació) o, en el cas de les plantacions productives, generar la rendibilitat que en va motivar la plantació. Existeix una gran diversitat de mètodes de regeneració del bosc de ribera, aplicats en funció del temperament i capacitat de rebrot de les espècies, alguns dels quals es mostren a continuació.

Tallada arreu completa i plantació

Aquesta intervenció, aplicada en plantacions productives, consisteix en una tallada completa de la plantació, seguida del tractament de les soques (físic, químic o biològic) per evitar el seu rebrot i completada amb la regeneració artificial per plantació. Aquesta intervenció cerca obtenir la màxima rendibilitat, tot complint amb les normatives i mirant de crear les condicions més adients per iniciar un nou cicle de plantació.

Aquestes tallades es fan principalment amb espècies del gènere *Populus* o, menys habitualment, de *Platanus.* En el primer cas, solen ser plantacions clonals (un únic individu multiplicat vegetativament) amb material híbrid, fruit de l'encreuament de dues espècies americanes entre si o amb una espècie europea. És fonamental fer una bona tria del clon, adaptat al sòl (textura, salinitat, pH), risc de gelades, accés al nivell freàtic i capacitat de fer-ne podes. El producte cercat és fusta de qualitat amb destí a fullola per desenrotllament, amb la qual es fan peces contraplacades, lleugeres i resistents, per fer-ne embalatges, taulers i parts de mobles. Els torns més habituals varien entre 12 i 16 anys, amb distàncies entre arbres d'entre 5 i 7 m (figura 26). Per proveir aquestes plantacions amb els alts requeriments hídrics d'aquestes espècies es poden plantar a arrel profunda (plantació d'una vareta de 4-5 m de longitud), per tal que els arbres tinguin accés al nivell freàtic des del moment de la plantació, o bé plantar varetes més curtes a menys profunditat però dependents del reg; el futur d'aquesta segona opció sembla cada cop menys viable en el context de canvi climàtic. Les principals intervencions de manteniment són la poda (la freqüència depèn sobretot del clon) i la gestió de la vegetació competidora.

Altres models de plantació, tot i que menys habituals són:

- Plantacions energètiques: fetes amb finalitat productiva en molt alta densitat (10.000 - 20.000 arbres/ha) per fer-ne biomassa, aprofitades com a bosc menut (rebrot) cada 2-3 anys amb maquinària agrícola adaptada, amb les espècies esmentades o bé amb altres del gènere *Salix*.

- Filtres verds, zones d'amortiment o bioremediació: plantacions d'espècies de creixement ràpid, en densitat alta o molt alta i de vegades complementades amb vegetació herbàcia perenne, que tenen com a objectiu principal reduir la càrrega excessiva de nutrients o de productes potencialment contaminants just per sobre d'un curs fluvial. L'objectiu és que la vegetació faci de filtre per preservar la qualitat de l'aigua i alhora s'aconsegueixi un balanç econòmic neutre o positiu. A més de les espècies esmentades en aquest apartat, és habitual emprar bedoll per a aquesta funció.

Figura 26 /

Pollancreda adulta al riu Ter. Foto: Jordi Bas.

Tallada arreu per bosquets o feixes amb regeneració natural

Aquesta actuació seria una variant de l'anterior, per tant els condicionants de la seva aplicació serien similars al cas previ. Consisteix en fer-ne tallades completes però limitades a superfícies petites, de forma més o menys circuular (bosquets) o en franges allargades (feixes). Aquestes tallades cerquen un equilibri entre concentrar l'impacte de la tallada a parts disperses i petites del bosc i fer una actuació de baix cost que simplifiqui les feines de tallada i extracció de la fusta. A diferència del cas anterior, se cerca crear dins la superfície tallada unes condicions de llum que permetin la regeneració natural del bosc, sense necessitat de plantar.

L'orientació, la forma i les dimensions dels bosquets o feixes s'adapten a la zona d'actuació (sent possible minimitzar l'impacte visual) i al temperament de les espècies a regenerar, és a dir, de la intensitat de la llum que necessiten durant els seus primers anys de vida. Convé evitar tallades molt visibles des d'àrees d'alta freqüentació (carreteres, nuclis habitats) o que suposin un perill d'erosió del sòl.

Tallades per aclarida successiva (massa resultant: regular)

Aquesta intervenció s'aplica quan es vol regenerar una massa per llavor. Consisteix en fer-ne la tallada de l'estrat adult d'una manera progressiva, repartida en 2-3 intervencions de reducció de la densitat, durant les quals es va deixant temps a la massa arbrada per què es vagi regenerant sexualment. La durada de la fase de regeneració pot variar entre 10 i 20 anys, en funció de l'espècie i el ritme de tallada i d'implantació de la regeneració, i dona com a resultat una massa regular. A l'igual que en el cas previ, les tallades es poden fer a tota la superfície alhora o bé organitzades en bosquets o feixes de petita dimensió. Es tracta d'un tipus d'intervenció que permet mantenir en tot moment una certa cobertura vegetal (d'arbres de diverses mides, barrejats peu a peu o en grups) i que es pot adaptar a múltiples situacions. Les fases més habituals són:

- Tallada preparatòria (opcional): aclarida aplicada quan la massa té una densitat molt alta i les capçades estan poc desenvolupades; cerca permetre l'expansió d'aquestes per

incrementar l'estabilitat dels arbres respectats i la seva capacitat de fructificació.

- Tallada disseminatòria: aclarida en favor dels arbres més interessants per regenerar la massa (ben conformats, capçades desenvolupades, espècies diverses), els quals seran la font de llavor.

- Tallada aclaratòria/final: un cop s'ha aconseguit una regeneració consolidada, i abans que el regenerat es lignifiqui, s'acaben de tallar en una o dues intervencions la majoria o la totalitat dels arbres adults romanents.

Tallades de selecció

Les tallades de selecció són una combinació d'aclarides i tallades de regeneració aplicades simultàniament de manera periòdica (normalment cada 10-25 anys, en funció de l'espècie, intensitat de la intervenció i productivitat), la qual cosa resulta en una barreja de mides i edats (figura 27). Aquesta mescla es pot donar de manera homogènia al bosc (massa irregular peu a peu) o bé per grups d´arbres (massa irregular per cops o petits bosquets, que en el cas del bosc de ribera s´aconsella siguin de petita dimensió, fins a 1.000 m^2, depenent de les espècies; figura 28). Aquest sistema dona lloc a estructures més complexes (gran diversitat de condicions ecològiques dins la massa i, per tant, més capacitat d'acollir biodiversitat), a una cobertura contínua del sòl i a una continuïtat de rendes, ja que en totes les intervencions es poden extreure arbres amb interès comercial.

Figura 27 /

Regulació de competència en bosc de ribera tallant les espècies al·lòctones que competeixen amb les llenyoses pròpies de la comunitat de ribera. Foto: Jordi Camprodon.

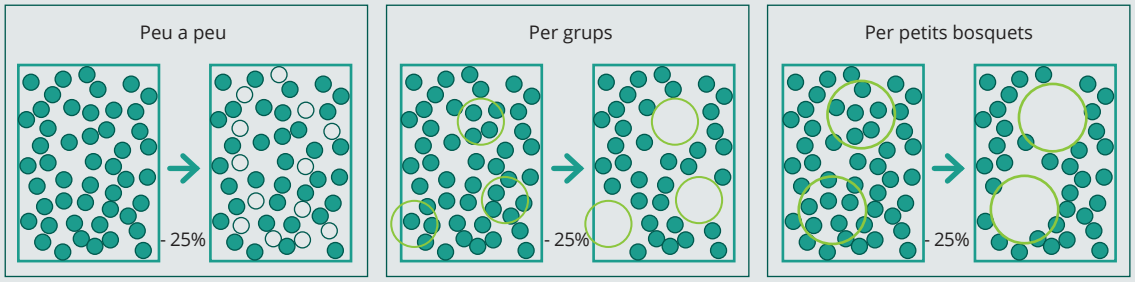


Figura 28 /

Esquema de distribució de tallades de selecció peu a peu (esquerra), en grups (centre) i en petits bosquets (dreta), que no sobrepassen en conjunt el 75% de la densitat de recobriment de capçades. Imatge: Pol Guardis.

3.4.3. La gestió forestal naturalística: un enfocament per integrar la millora, la regeneració i la restauració amb un ús eficient dels recursos

La gestió forestal naturalística (també anomenada propera a la natura, *close-to-nature* és un enfocament que cerca aprofitar les dinàmiques naturals favorables als objectius de la gestió per minimitzar els costos i maximitzar el retorn dels serveis ecosistèmics, incloent-hi la biodiversitat i la generació de productes fusters d'alt valor de mercat. Aquesta gestió dona prioritat a l'eficàcia i a l'aplicació detallada, és a dir, que para atenció al paper actual i potencial (ecològic i comercial) de cada arbre dins l'ecosistema. L'aplicació es basa en aclarides o tallades de selecció definides a escala d'arbre o de petits grups d'arbre. També es poden incorporar altres intervencions de millora com ara les seleccions de tanys, estassades, podes, etc.

La gestió naturalística i les actuacions que proposa s'ajusten molt a les particularitats de gestió dels boscos de ribera. Aquesta es basa en quatre principis generals (adaptats de Pro Silva, 2012):

a) Conservació de l'ecosistema: garantir la persistència i la integritat dels processos i elements de l'ecosistema.

b) Protecció: garantir el paper protector del bosc per al sòl, l'aigua, l'aire, els cicles de nutrients i el paisatge, evitant les intervencions d'alta intensitat.

c) Producció: promoure el paper del bosc com a font de matèries primeres renovables, cercant la sostenibilitat econòmica del seu aprofitament i la bioeconomia associada.

d) Valors recreatius i culturals del bosc: promoure el paper del bosc com a àrea d'esbarjo, inspiració i lligam cultural.

A nivell pràctic, els principis de gestió que fonamenten la silvicultura naturalística inclouen:

a) Cercar l'eficiència en la gestió, aprofitant els processos naturals que permeten abaratir-la: permetre una fase de competència intensa en parts joves de la massa per facilitar la poda natural i la diferenciació dels arbres més vigorosos; mantenir un ombratge lateral moderat per evitar l'aparició de brots epicòrmics en arbres adults si l'objectiu és fer fusta de qualitat; mantenir un microclima ombrejat que limiti el desenvolupament del sotabosc, etc.

b) Manteniment d'una coberta vegetal contínua, amb intervencions de baixa intensitat i alta selectivitat.

c) Promoció de masses mixtes: manteniment de totes les espècies presents, amb especial atenció als endemismes i a espècies poc abundants.

d) Promoció d'estructures irregulars, amb regeneració sexual continuada.

e) Manteniment d'indicadors de maduresa, com ara la fusta morta de diferents mides i formats,

els arbres de grans dimensions i amb presència de microhàbitats, no alterar els afloraments rocosos o les masses d'aigua, etc.

f) Promoció de la vitalitat i l'estabilitat individual i col·lectiva.

g) Promoció de productes forestals d'alt valor afegit per fomentar la sostenibilitat econòmica de la gestió.

h) Manteniment d'espais dins el bosc reservats per a la conservació estricta (dinàmica natural) o l'ús públic (itineraris educatius i divulgatius).

L'aplicació d'aquests principis a escala d'arbre s'anomena "silvicultura d'arbre individual" (Mori & Pelleri, 2014) i se sol concretar amb l'assignació dels arbres a tres possibles categories (figura 29):

- Arbre de futur (o "arbre d'alt interès"): a promoure activament pel seu interès (actual o potencial) comercial o ecològic. En el primer cas, es tractaria d'arbres ben conformats (rectes i drets, sense defectes aparents) d'espècies productores de fusta d'alt valor, els quals es tallarien només amb criteri tecnològic (quan el seu manteniment al bosc no permetrà incrementar el seu valor comercial). En el segon cas, s'inclourien arbres vius amb microhàbitats d'interès, de grans dimensions, d'espècies poc abundants o productors de fruit per a la fauna, i els quals es poden mantenir indefinidament en peu. En funció de l'estat de desenvolupament de la massa es poden identificar fins a 100-250 arbres de futur per hectàrea.

- Arbre competidor a eliminar: són els arbres que dificulten en més gran mesura l'expansió lateral de la capçada de l'arbre de futur. L'eliminació d'aquests competidors permetrà mantenir la vitalitat i el creixement de l'arbre de futur. Els arbres competidors no sempre són els que tenen el tronc situat més a prop d'un arbre de futur, sinó que solen ser arbres d'una mida semblant a la d'aquest, i la competència es dona principalment a nivell de la capçada. Convé eliminar entre 1 i 3 arbres competidors a cada intervenció, amb un valor més baix com més inestable sigui l'arbre (capçada poc desenvolupada) i més intensa sigui la posada en llum de la seva capçada.

- Altres arbres a mantenir: la resta d'arbres es pot mantenir sense tallar, a no ser que la seva tallada pugui ser interessant per qüestions econòmiques (tallada rendible), logístiques (obrir vies de desembosc, facilitar altres treballs), induir la regeneració, etc. En tot cas, cal mantenir a la major part del bosc un "microclima forestal". A més, al voltant dels arbres de futur destinats a fer fusta de qualitat convé mantenir els arbres propers que no facin una competència a nivell de capçada, ja que aquest acompanyament lateral (ombratge del tronc) evita l'emissió de brots epicòrmics que podrien reduir la qualitat de la fusta.

En resum, la silvicultura naturalística permet donar resposta a les particularitats i potencialitats d'un ecosistema especialment complex com és el bosc de ribera, en tota la seva zonificació. Amb tot, és un enfocament que requereix un ampli coneixement tècnic per portar-lo sobre el terreny, sent essencial el senyalament de cada intervenció.

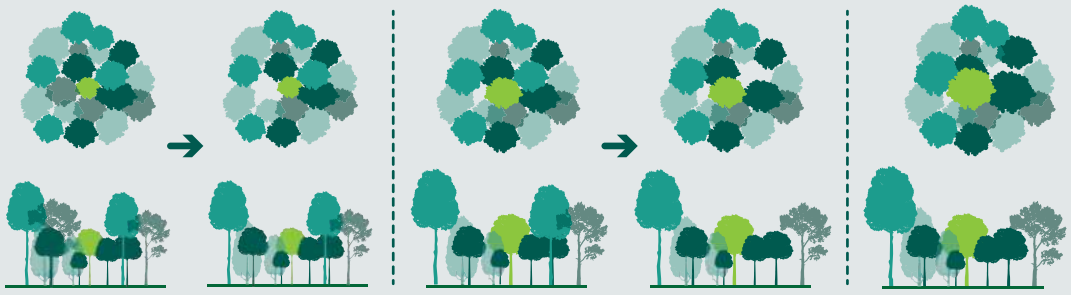


Figura 29 /

Exemple d'aplicació de la silvicultura d'arbre individual al llarg del temps, amb l'alliberament progressiu d'un arbre de futur (marcat en taronja). Les línies blaves discontínues representen el pas del temps entre dues intervencions consecutives. Adaptat de Mori & Pelleri (2014).

Recomanacions de gestió generals per a les actuacions forestals

Primera línia o Franja Ripària Protectora (*FRP*)

L'objectiu de la FRP és la conservació. Es destina preferentment a evolució natural i es prioritzarà la no intervenció i la restauració passiva.

- La gestió activa només s'aplicarà quan sigui plenament justificada. Es limitarà a afavorir o accelerar la restauració dels processos i dinàmiques naturals, com ara les àrees en transició cap a la dinàmica natural. Cal mantenir una coberta arbòria (o densitat de recobriment de capçades) elevada, idealment per sobre del 75%. Es poden plantejar actuacions de gran abast, com la restauració hidromorfològica o la restauració forestal si s'erradiquen grans extensions de vegetació al·lòctona invasora. També es plantegen actuacions puntuals, com ara la retirada d'arbres que posen en perill evident i justificat infraestructures o camins.

Segona línia o Franja Ripària Multifuncional (*FRM*) *i formacions arbrades annexes*

La FRM i les formacions forestals arbrades annexes tenen una vocació multifuncional i s'hi poden plantejar intervencions que generin un rendiment econòmic compatibles amb els valors de conservació de l'espai.

- Es recomana prioritzar la silvicultura naturalística o de massa irregular, amb una coberta arbòria mínima del 70% a la FRM i del 60% al bosc adjacent per protegir el sòl i conservar l'estructura i el microclima forestal. En cas que la coberta inicial estigui per sota d'aquestes xifres, caldrà prendre mesures de millora i restauració per assolir-les.
- Les tallades arreu no són recomanables per diferents raons: a) desapareix la coberta arbrada i mai no s'assoleix un estadi avançat de maduresa; b) risc d'erosió del sòl, sobretot quan no hi ha una coberta de sotabosc; c) desapareix la biodiversitat associada a l'estrat arbori, que no podrà recuperar-se fins un estadi avançat de creixement de l'arbrat; d) un canvi dràstic de la coberta arbrada en àrees refugi i cria per a la fauna riberenca i aquàtica protegida i amenaçada pot donar lloc a la seva desaparició; e) forta entrada de llum pot causar la proliferació de bardisses, ortigues o espècies exòtiques, que dificulten la regeneració de les espècies llenyoses autòctones; f) la insolació pot causar una pujada de la temperatura de l'aigua (perjudicial pels peixos) i la proliferació algal i de macròfits, més patent durant l'estiatge.
- Es important evitar tallar arbres amb microhàbitats, especialment els més escassos: es respectaran tots els peus amb cavitats naturals, excavades per picots o de qualsevol altre origen; també els arbres amb nius de rapinyaires i còrvids (quan cauen les fulles es distingeixen bé, de cara a tenir-ho en compte en el marcatge). En les tallades de millora es prioritzarà la tallada o l'anellat de peus d'espècies exòtiques que competeixin amb les autòctones.
- No es faran intervencions als trams de ribera on es concentrin colònies d'ardeids, corbs marins i altres espècies protegides (en arbre o en paret natural). Acostumen a estar molt localitzats i a ocupar espais reduïts, la qual cosa els fa més vulnerables, però alhora en facilita la gestió. Establir un perímetre de seguretat sense intervencions (orientativament d'uns 100 m al voltant de les colònies): ha de servir tant per evitar molèsties a la colònia per freqüentació durant els treballs, com per permetre l'expansió de la colònia a arbres veïns.
- Es preservaran un mínim de 10 peus gruixuts (diàmetre normal per sobre de 35 cm) per kilòmetre lineal i banda de ribera, fins i tot si presenten símptomes de decrepitud. Si hi ha força candidats a mantenir, convé prioritzar els ubicats en llocs de pendent elevat, poc allunyats del curs d'aigua i/o amb mala accessibilitat. Els arbres de llavor de grans dimensions a priori tenen més probabilitat de resistir els embats de les riuades que els de rebrot de grandària similar.
- Es preferible reconvertir el bosc menut o de rebrot en bosc gros o de llavor o bé bosc mitjà, que combina peus de llavor de diferents classes d'edat amb altres de rebrot. Cal no oblidar que la rebrotada de soca

o rel és una estratègia adaptativa dels arbres de ribera, molt exposats a les pertorbacions naturals. A les intervencions de reducció de la densitat (aclarides i seleccions de tanys) convé deixar una densitat de recobriment d'almenys el 70% a partir de fase de perxada.

- Es millor evitar les estassades del sotabosc. En tot cas millor selectives i parcials, per afectar el mínim possible la diversitat d'espècies llenyoses, la diversitat animal associada i la protecció del sòl.
- Evitar danyar, compactar o incrementar el risc d'erosió del sòl amb l'ús de maquinària pesada o durant les tasques de desembosc. No s'obriran camins al llarg del bosc de ribera o que creuin la llera. En general, els treballs han d'evitar afectar la llera i les masses d'aigua (basses, molleres, mulladius, fonts, etc.), excepte quan es tracta d'actuacions de restauració, com tombar arbres de grans dimensions a la llera per formar mesohàbitats. Aplicar mesures de bioseguretat per evitar l'entrada de malalties emergents i infeccioses per a la fauna i flora. Al respecte es poden consultar els protocols establerts pel Life Tritó del Montseny (Fernàndez et al., 2020).
- Un cop efectuades les tallades, les restes preferentment es trituren i s'escampen per reincorporar els nutrients al sòl. No s'arrenquen troncs ni soques per evitar danyar el sòl. Evitar que grans quantitats de restes de capçada (fulles, branques) caiguin a la llera. Això és especialment important si es tracta d'acícules d'una conífera exòtica o de fulles de plataner que tenen taxes de descomposició lentes. Si s'acumulen en gran quantitat poden produir anòxia o baixada del pH (Vayreda & Comas, 2022). En conseqüència s'altera el conjunt de la xarxa tròfica, reduint la productivitat i la diversitat taxonòmica
- Es deixarà la fusta morta caiguda de manera natural com a microhàbitat, tant la procedent d'espècies autòctones com naturalitzades (macro-restes). Les restes d'arbrat amb diàmetre de 15 cm o superior tenen gran importància per a la biodiversitat, com a microhàbitat de fongs, plantes i invertebrats i com a substrat d'alimentació, nidificació i refugi de diverses espècies de fauna vertebrada. El manteniment d'arbres tallats dins la llera, en direcció perpendicular, permet crear trampes de sediments i mesohàbitat per a les comunitats aquàtiques. Aquests arbres poden estabilitzar-se travant els troncs amb les soques d'arbres vius. Puntualment poden fixar-se amb cordes, cintes o cadenes arbres tombats susceptibles a ser mobilitats en una crescuda, però no es massa recomanable al ser elements artificials.
- Només es recomana retirar arbres tombats en cas de caigudes massives (degut a fenòmens de fortes pertorbacions puntuals) Es poden retirar (o trossejar) arbres caiguts als camins, àrees urbanes, periurbanes, urbanitzades, on hi hagi infraestructures i assentaments humans, especialment els cursos d'aigua sensibles a risc d'inundació i amb infraestructures hidràuliques properes (per exemple, ponts), per garantir la capacitat de desguàs de la llera.
- Pel que fa als arbres morts drets com a substrat de nidificació i refugi de diverses espècies, es deixarà un mínim de 10 peus/ha amb diàmetre normal d'almenys 20 cm.
- Es pot consolidar la regeneració del vern amb l'obertura de petites clarianes (d'un diàmetre d'1 - 1,5 vegades l'alçada dels arbres dominants). Convé actuar en un any de bona producció de llavor del vern, més encara després d'un episodi de riuada que hagi eliminat competència en el sotabosc. El mateix efecte de la crescuda pot haver tombat alguns arbres i obert de forma natural clarianes favorables a la regeneració. Les clarianes poden veure's ocupades per espècies nitròfiles, com els esbarzers (*Rubus ulmifolius*, *R. caesius*), que pot convenir estassar per afavorir la implantació de les llavors del vern i altres espècies de ribera. No obstant, cal recordar que els esbarzers i altres espècies del sotabosc son elements estructuradors de les riberes, protegeixen el sòl de l'erosió i proporcionen refugi i aliment als animals riberencs (figura 30).
- No s'han d'aplicar podes de formació per a la producció de fusta de qualitat, si les branques a eliminar tenen més de 4 cm de diàmetre a la seva base (6 cm en el cas del roure) o si apareixen en parts del tronc de més de 12 cm de diàmetre.

En aquells trams classificats com a altament torrencials, els objectius de la gestió forestal s'orientaran de manera prioritària cap a la protecció del sòl i dels marges fluvials, afavorint, sobretot, les espècies especialment efectives en la fixació de les ribes, com per exemple els salzes autòctons de port arbustiu(*Salix atrocinerea, Salix elaeagnos, Salix purpurea*, entre altres). Aquests trams són els que tenen un índex de torrencialitat (ràtio Qci/Qn) igual o més gran que 250.

Documentació de referència per a la gestió del bosc de ribera

La gestió de plantacions productives es descriu en detall en diverses publicacions, entre les quals en destaquen: Tusell & Mundet 2008 i Rueda et al. 2019. Una altra publicació destacada són les propostes de bones pràctiques per a pollancredes en plana al·luvial, pollancredes en cursos alts i zones de muntanya i plantacions de plataners i plantacions d'altres espècies no típiques de ribera en àmbits fluvials: Camprodon et al. 2012.

La sèrie de manuals ORGEST (Orientacions de Gestió Forestal Sostenible) identifiquen les principals tipologies forestals a Catalunya, i proposen per a cadascuna una sèrie de models silvícoles en funció de múltiples objectius, amb propostes quantificades d'intervencions de millora i regeneració. Un dels manuals ORGEST més relacionats amb el bosc de ribera és el de models de gestió de boscos de freixe de fulla gran, bedoll, trèmol i avellaner.

En els últims anys s'han publicat dos manuals de gestió naturalística al nostre context: Coello et al. 2022 (centrat en condicions Mediterrànies sub-humides) i Beltrán et al. 2020 (centrat en condicions pirinenques).

El Manual de bones pràctiques forestals en espais fluvials dins l'àmbit del Parc Natural del Montseny (Vayreda & Comas 2022) amplia la informació sobre elements estructurals del bosc (fusta morta, microhàbitats, etc.) i bones pràctiques en boscos de ribera.

Per a la identificació de dendromicrohàbitats de boscos temperats es pot consultar manuals o esquemes que els descriuen, entre els que destaca la guia de Bütler et al. 2020.

Les Directrius per a la gestió dels espais de la xarxa Natura 2000 (Acord GOV/112/2006), inclouen directrius per a hàbitats associats a aigües continentals.

Figura 30 /

Petita clariana en verneda colonitzada per esbarzer de riu (*Rubus caesius*). Riu Segre, Prullans, Cerdanya. Foto: Jordi Bas.

3.4.4. Actuacions centrades en la restauració dels processos i dinàmiques naturals

Aquestes mesures cerquen recuperar o promoure les dinàmiques naturals favorables a la conservació dels processos ecològics.

Selecció d'àrees en dinàmica natural

L'objectiu de destinar un rodal a dinàmica natural implica deixar que els processos ecològics segueixin la seva pròpia dinàmica, sense intervencions antròpiques. La dinàmica hidromorfològica (disponibilitat d'aigua freàtica modulada per les crescudes i les sequeres) serà el factor determinant que determinarà la successió del bosc de ribera cap a fases avançades del cicle silvogenètic (maduració i senescència) i el seu rejoveniment (declivi i regeneració). Les reserves naturals fluvials s'emmarcarien en aquesta modalitat de gestió. Aquestes àrees tenen un gran interès científic i educatiu, pel que fa a la comprensió de les funcions ecosistèmiques i dels processos naturals (figura 31).

Un bosc pot posar-se a dinàmica natural per diferents raons: perquè presenta un grau de naturalitat elevat, actua com a àrea-refugi efectiva de la biodiversitat i/o perquè els processos naturals que el porten cap a estats successionals de major maduresa es poden aconseguir sense més intervencions humanes (Europarc-España, 2020). En tot cas, és convenient una avaluació periòdica per si fos necessari aplicar mesures puntuals per recolzar aquests processos.

Figura 31 /

Bosc de ribera a dinàmica natural. L'estructura irregular, amb peus de llavor i de rebrot, és resultat de la dinàmica fluvial i de la última tallada efectuada alguns decennis enrera. Parc Natural del Montseny. Foto: Jordi Camprodon.

Àrees en transició cap a la dinàmica natural

En espais amb una vocació clarament centrada en la conservació pot ser necessari plantejar-hi intervencions de transició o preparatòries cap a la dinàmica natural, per assolir-la a més curt termini. Les actuacions poden ser molt puntuals i moderades o més intenses, en funció de l'estat inicial del bosc. S'aplicaria prioritàriament a rodals que avancen adequadament cap a la maduresa i amb considerable naturalitat, però amb poca heterogeneïtat estructural, fet que els resta complexitat ecològica i, en conseqüència, son relativament poc resilients als factors de canvi.

Rodals amb forta petjada humana directa (o indirecta, com gran densitat d'espècies al·lòctones) no serien prioritaris, ja que requeriran de diverses intervencions i molt temps per avançar cap a fases de major maduresa i heterogeneïtat. No obstant, el dinamisme dels sistemes fluvials, molt exposats a períodes de sequera o inundació intenses, permet arriscar-se a preparar a dinàmica natural rodals d naturalitat i maduresa discretes. L'escàs coneixent que disposem de la dinàmica silvo-fluvial en rius mediterranis es una invitació a experimentar amb el seguiment ecològic en situacions diverses, canviants i extremes.

Recomanacions de gestió en la restauració dels processos i dinàmiques naturals

Les principals intervencions a plantejar en aquest sentit inclouen:

- Promoure la presència d'arbres de grans dimensions i amb microhàbitats d'interès. Per això, cal eliminar alguns arbres que dificulten l'expansió lateral de la capçada de l'arbre a promoure, seguint els principis de la silvicultura d'arbre individual (apartat 3.5.3).
- Incrementar la quantitat de fusta morta en peu i al terra de mida mitjana (d'uns 20-40 cm de diàmetre normal) i grossa (per sobre d'uns 40 cm de diàmetre normal), amb diferents estats de descomposició. Per això es poden triar arbres (per exemple, els competidors esmentats prèviament) per anellar, tombar o tallar deixant una soca alta. No s'han de tallar ni extreure els arbres morts, a no ser que suposin un perill per a persones o infraestructures (figura 32).
- Afavorir la regeneració avançada obrint clarianes allà a on s'hagi instal·lat amb certa densitat i vigor, amb unes dimensions adaptades al temperament de l'espècie o espècies presents, per fomentar l'heterogeneïtat horitzontal. També es poden obrir petites clarianes de manera puntual per contribuir a aquesta heterogeneïtat horitzontal i induir la regeneració.
- Promoure l'heterogeneïtat vertical de la vegetació i la diversitat de classes diamètriques, eliminant peus de les mides més abundants, per afavorir la regeneració i promoure els arbres d'espècies autòctones i escasses davant d'espècies exòtiques o abundants.
- Potenciar els peus de llavor i aplicar seleccions de tanys en soques amb rebrots joves per incrementar el vigor, fructificació i creixement en diàmetre dels tanys promoguts.
- Mantenir o generar una suficient cobertura i diversitat de l'estrat arbustiu i lianoide.
- Eliminar les espècies exòtiques, en especial les de temperament invasor.

El Manual 14. *Bosques maduros mediterráneos: características y criterios de gestión en áreas protegidas* (Atauri, 2020) es una bona referència per a la definició de bosc madur i d'actuacions per facilitar la dinàmica natural.

Figura 32 /

Arbres morts i caiguts a la llera de forma natural. Al fons, un gran plàtan tallat i tombat intencionadament sobre la llera. Aquests arbres formen trampes de sediments que actuen com a mesohàbitat per als organismes aquàtics. Foto: Pol Guardis.

Restauració forestal

La restauració forestal cerca recuperar (en espais oberts) o diversificar (espais amb coberta forestal que es vol enriquir) la vegetació, principalment en forma de plantació (espècies llenyoses) o sembra (herbàcies). Aquesta mesura s'ha d'aplicar quan no està previst que es pugui aconseguir aquest objectiu de forma espontània en un termini raonable. La restauració inclou una sèrie de fases:

- Diagnosi de l'estació i definició d'objectius: avaluació climàtica, edàfica i d'usos passats i actuals, zonificació de l'espai a restaurar en base a l'aptitud i vocació de la restauració.
- Disseny de la restauració: per a cada zona identificada, cal triar el material vegetal (espècies – preferentment, amb força diversitat funcional i estructural; procedència – preferentment, local (figura 33); format dels plançons o estaques, edat i mida d'aquests), les tècniques de preparació del sòl (aclotament, creació d'escocells o micro-conques, etc.) i les tècniques de plantació (condicionadors del sòl, encoixinament o *mulch*, protecció davant els danys de la fauna), densitat i distància entre arbres i disposició de les espècies. Totes aquestes decisions s'han de prendre de manera conjunta i considerant el manteniment previst que es podrà fer. En general, el més cost-eficient és fer les plantacions per grups, prioritzant les microestacions més favorables.
- Plec de condicions tècniques d'execució, pla de seguiment i manteniment.
- Implementació, seguiment i manteniment de les actuacions realitzades, especialment si s'han fetla plantacions.

La restauració passiva de la vegetació és la primera alternativa a tenir en compte en la planificació. Els sistemes fluvials, altament dinàmics, afavoreixen aquest procés a partir del banc de llavors i de propàguls transportats pel riu. En la restauració passiva es pot decidir o bé no actuar o bé afavorir les condicions per a la instal·lació espontània de la vegetació. La principal mesura consisteix en recuperar les dinàmiques fluvials (per exemple, retirant barreres tranversals i longitudinals al riu). La segona, els tractaments de regeneració descrits en apartats previs. També hi entra l'obertura de clarianes allà a on s'instal·lin trampes de sediments (troncs tallats i travats, en direcció perpendicular a la llera) per aprofitar el banc de llavors i de propàguls transportats pel riu.

La restauració passiva és més barata que la plantació i evita el risc de pèrdua de la inversió feta en cas de sequeres i crescudes no ordinàries en els primers anys post-plantació. No obstant, té com a inconvenient la imprevisibilitat del resultat final. Sobretot si es vol aconseguir diversificar l'hàbitat amb determinades espècies, aconseguir una densitat arbrada determinada, evitar danys per la predació, assolir objectius en un termini preestablert, etc. Si no hi ha aquests condicionants i el riu té força llibertat d'actuació, perquè preocupar-se tant?

Figura 33 /

Producció de planta per al LIFE ALNUS als planters de Forestal Catalana, a Breda. Es van obtenir plançons de llavor de vern (com els de la imatge), freixes de fulla gran i de fulla petita, àlber, saüc, i sanguinyol, entre altres. També salze blanc, saulic, sarga i gatell produïts a partir d'estaca. Els fruits i estaques van ser recollits a la mateixa conca, d'arbres i arbustos propers a on es feien els projectes de restauració del bosc de ribera. L'objectiu era que la plantació fos de la mateixa població genètica. Així es preservava la variabilitat genètica i alhora, s'aconseguia una millor adaptació de les plantes / Foto: Jordi Camprodon.

Recomanacions de gestió en l'adaptació al canvi climàtic

Les principals intervencions a plantejar en aquest sentit inclouen:

- Promoure boscos rics en espècies, mirant de tenir la màxima diversitat de trets funcionals (espècies arbrades i arbustives de diferent temperament i estratègies vitals i de reproducció).
- Alhora mantenir certa redundància (diverses espècies amb comportament semblant; ex: freixes de fulla gran i de fulla petita); figura 34. Aquelles comunitats amb una major redundància de trets funcionals tindran més capacitat per adaptar-se a factors d'estrès climàtics coneguts. Aquests trets inclouen, entre altres, l'altura, la densitat i estructura de la fusta, l'àrea específica foliar, l'habilitat per rebrotar, el gruix de l'escorça i la profunditat de les arrels (Vayreda & Comas 2022).
- Regular la competència, especialment en boscos joves i densos.
- Fomentar la diversitat estructural, amb arbres en diverses fases vitals. Això implica crear petites discontinuïtats per promoure la regeneració sexual i també evitar una capitalització excessiva del bosc, és a dir, una forta acumulació d'arbres de grans dimensions a tota la superfície.
- Preservar un microclima forestal, "fosc i humit", evitant intervencions que impliquin un increment dràstic de l'exposició dels arbres i del sòl a la llum solar i al vent. D'altra manera, es poden donar pèrdues importants d'humitat del sòl (que tendeix a presentar una textura grollera en àrees ripàries) i d'inestabilitat d'arbres, tant física (perill de caiguda) com fisiològica (increment sobtat de la transpiració).
- Promoure els arbres que mostrin una capacitat més alta de tolerar les diverses pertorbacions (sequera, ventades, riuades...): cal parar atenció al vigor, estabilitat, estat sanitari, densitat i desenvolupament de la capçada, origen (prioritzar els arbres de llavor davant dels de rebrot) o la microestació especialment favorable (Valor et al., 2020). Mantenir una certa proporció de peus senescents i amb signes previs de debilitament o físicament més exposats tot i que són més vulnerables a pertorbacions (Bennett et al., 2015; Lutz et al., 2018).

Aquests principis poden arribar a ser contradictoris a l'hora de portar-los sobre el terreny, per exemple en el cas d'espècies que hagin entrat una fase de decaïment com és el cas del vern en moltes capçaleres. En aquest cas, cal trobar un equilibri entre mantenir totes les espècies presents i alhora afavorir (arbres ja existents o mitjançant plantació) aquelles que mostrin una viabilitat més alta en el futur, la qual cosa pot implicar una modificació progressiva de la proporció relativa d'espècies. En aquest ecosistema cal preveure que l'espai ocupat per arbres en fase de decaïment (ex: vern) pot passar a ser ocupat per exòtiques invasores si no es prenen mesures actives de foment d'altres espècies alternatives (ex: freixe, salze).

Figura 34 /

Formació mixta de diferents espècies arbrades en un bosc de ribera a de la conca del Ter. Foto: Jordi Bas.

Recomanacions de gestió d'espècies exòtiques i invasores

En el capítol 4 es tracta específicament els mètodes de tractament de les espècies exòtiques en riberes. Aquí es donen unes orientacions de síntesi.

- En el tractament d'espècies al·lòctones cal prioritzar l'eliminació d'aquelles amb més capacitat de proliferació de llavor o vegetativa (caràcter invasor), com la canya , la robínia, l'ailant i el negundo. En el cas d'individus d'espècies al·lòctones establertes i no invasores, com plataners, pollancres híbrids, nogueres i castanyers, es pot valorar mantenir-los si compleixen un paper ecològic destacat: grans dimensions (amb formació de microhàbitats), ombregen la llera o protegeixen la riba.
- En la planificació d'on intervenir en el tractament d'invasores, el LIFE ALNUS ha prioritzat les actuacions en rodals de bosc de ribera amb competència d'invasores a l'estrat arbori. Hagués resultats poc eficient actuar en rodals on l'hàbitat està ocupat majoritàriament per espècies invasores. Aquest darrer cas, si no es restaura a posteriori amb espècies autòctones de creixement ràpid (per exemple, salicàcies i betulàcies) l'espai obert després de l'eliminació d'al·lòctones, es veurà fàcilment recolonitzat per aquestes, a partir de rebrots de soca i arrel, des del banc de llavors o a partir de llavors provinents dels arbres veïns no tractats.
- En el tractament d'espècies invasores d'un rodal cal establir un buffer o distància d'actuació per reduir l'arribada de propàguls a partir d'individus o poblacions veïnes. Orientativament, es pot establir un a distància de tractament el doble de l'alçada dominant dels arbres més externs de l'àrea d'actuació.

3.4.6. Gestió de les restes vegetals i riuades

Els apartats previs han mostrat com la gestió forestal pot permetre incrementar l'estabilitat individual i col·lectiva del bosc de ribera davant diverses pertorbacions, incloses les riuades. Aquesta pertorbació ha mostrat recentment la seva rellevància a Catalunya, amb els episodis dels anys 2018 i 2020 (Leslie i Glòria), la qual cosa ha posat de manifest que la dinàmica fluvial, condicionada per uns ambients de ribera degradats, abandonats o desestructurats, pot generar volums importants de desplaçament i acumulació puntual de restes vegetals (figures 35 i 36). Aquestes restes poden causar danys a persones i infraestructures, però també formen part i enriqueixen l'ecosistema fluvial. És important, doncs, fer una gestió racional de les restes generades amb les crescudes, argumentada amb criteris tècnics i científics, que permeti reduir riscos evidents per a les infraestructures però que no posi en perill els valors naturals, especialment en els hàbitats d'interès comunitari i en els espais amb figures de protecció especials.

En tot cas, ha de ser l'acord entre administracions ambientals i de gestió hidràulica, amb la participació d'experts en hidrologia, hidràulica, hidrogeomorfologia, ecologia fluvial i biologia de la conservació, el que permeti resoldre casos especialment complexos o conflictius.

Figura 35 /

Salzes blancs (*Salix alba*) amb gros pa de terra tombats pel temporal Leslie, l'octubre de 2018 al riu Ter. Havien crescut durant 50 anys des de la última riuada no ordinària, l'any 1980. L'elevat índex d'esveltesa (arbres molt alts i fins, degut a l'alta densitat), l'origen de rebrot, la proximitat a la llera i el substrat al·luvial dominat per còdols va afavorir la caiguda. Foto: Jordi Camprodon.

Figura 36 /

Salze blanc (*Salix alba*) de llavor de grans dimensions proper a un braç principal del riu Ter. Va resistir l'embat del temporal Leslie, l'octubre de 2018. Foto: Jordi Camprodon.

La gestió de la complexitat estructural vegetal dels ecosistemes riparis fa necessari diferenciar entre la vegetació llenyosa viva i morta (taula 1).

Vegetació viva

La vegetació o fusta viva o *livewood* (Opperman et al., 2008), inclou tot tipus de material vegetal viu llenyós a la riba i/o al canal: arbres i arbustos drets i tombats que es mantenen arrelats i vius. Es especialment influent en la dinàmica hidromorfològica quan conté arbres a la llera amb la capacitat de continuar vivint i creixent amb el règim d'avingudes. Incrementa la complexitat del sistema, complint funcions hidromorfològiques importants, més enllà de les ecològiques més evidents. La fusta viva, en forma d'arbres amb capacitat de rebrot, serà determinant quan hi ha problemes de regeneració sexual.

Entre les funcions principals, destaca la influencia de la vegetació viva sobre la retenció i la mobilitat dels sediments i de l'arbrat viu i mort. Des d'un punt de vista de dinàmica fluvial, les característiques distintives de la fusta viva són la seva estabilitat i persistència al medi, la seva complexitat estructural, rugositat hidràulica i capacitat de retenció de sediments.

Fusta morta

Els elements de fusta morta (arrels, soques, troncs, branques) donen més estabilitat a la llera i les ribes com més pes i longitud tinguin, especialment si tenen formes complexes (canó amb branques) i si s'agrupen en acumulacions o cúmuls (figures 36 i 37). Per tant, una intervenció habitual com és trossejar, les restes vegetals de les actuacions silvícoles en resten estabilitat.

També cal tenir en compte que, en cas de crescuda del riu, els cúmuls de vegetació (viva, morta o combinada), retenen sòlids i partícules en suspensió i flotants. Aquest és un aspecte a remarcar entre els sòlids, degut a que el seu arrossegament i transport és la principal font de problemes en infraestructures (ex: ponts). Això explica que a major complexitat del bosc de ribera, la fusta morta té menys probabilitat de mobilització aigües avall.

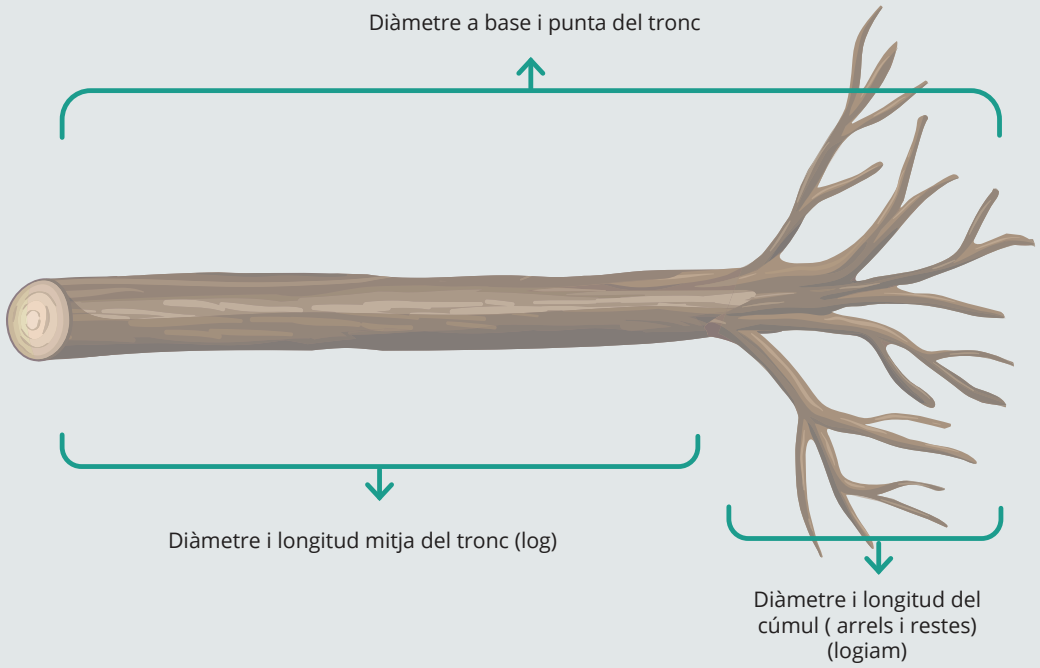


Figura 37 /

Mesures bàsiques de la fusta morta. La seva proximitat al canal, orientació i ancoratge a la vegetació viva o al sòl són variables a tenir en compte per estimar la probabilitat de mobilització. Dibuix: Pol Guardis.

Pel què fa a les restes vegetals (*wood debris*), principalment canons llargs tombats (*large wood*), grans gruixos (*coarse body*), brancatge i fusta morta (*deadwood*), està demostrat que la major part de temps la fusta es manté estable al canal i pot resultar potencialment perillosa per a infraestructures només durant riuades d'alta magnitud poc freqüents (Mao et al., 2014). El repte es troba en mantenir l'equilibri ecològic i hidromorfològic dels espais fluvials, alhora que s'analitzen i es gestionen els riscos potencials (Ruiz-Villanueva et al., 2014).

La fusta llarga (LW) interactua amb els sediments al curs d'un riu i influeix en la vida de la vegetació de ribera millorant la diversitat d'hàbitats, com per exemple els canals interiors i els clots inundats. Facilita que es mantinguin durant més temps, especialment durant l'estiatge. La influència de la fusta en la resistència del cabal i la geomorfologia de les rieres i canals fluvials, crea mosaics hidràulics més diversos, no només en el canal, sinó també entre el canal i l'aqüífer (per l'augment d'infiltració). Per tant augmenta l'heterogeneïtat i la complexitat ecològica en la morfologia dels canals (Wohl et al., 2016).

Especialment importants són les soques descalçades de grans dimensions, els cúmuls o reservoris de fusta (*logjams*), que ajuden també a causar diversitat de mosaics hidràulics, degut a la variabilitat de la velocitat del flux al seu voltant (figures 37 i 38). També comporten una reducció de la velocitat del cabal circumdant i ajuden a augmentar la retenció de partícules de matèria orgànica.

Figura 38 /

Grans soques descalçades de pollancre de plantació comercial reaprofitades per restauració. Foto: Jordi Camprodon.

Taula 1 / **Funcions hidromorfològiques i ecològiques que proporcionen els arbres, la fusta viva i les restes de fusta morta. Font: Opperman et al., 2008.**

Funcions	Arbres de ribera vius	Arbres de ribera morts	Fusta viva a llera	Fusta morta a llera
Rugositat hidràulica	Durant les crescudes que inunden la vegetació ripària	Durant les crescudes que inunden la vegetació ripària	Durant el rang de fluxos	Durant el rang de fluxos
Morfologia del canal	Formació de tolles i estabilització de marges per les arrels	Estabilització de marges per les arrels	Formació de tolles Heterogeneïtat del llit Deposició i emmagatzematge de sediments	Formació de tolles Heterogeneïtat del llit
Regeneració del bosc de ribera	Reproducció sexual i vegetativa		Reproducció sexual i vegetativa	
Estructura	Estructura vertical dins del corredor ripari	Substrat per invertebrats (sobretot terrestres)	Formació d'illes que poden ocasionar successió forestal Estructura (horitzontal i vertical) d'ambdós ribes i canal	Formació d'illes que poden ocasionar successió forestal Principalment estructura horitzontal al canal
Hàbitat	Substrat per invertebrats (sobretot terrestres)		Substrat per invertebrats (aquàtics i terrestres)	Substrat per invertebrats (aquàtics i terrestres)
Ombreig	Ombreig del canal		Ombreig del canal (pot proveir una ombra similar a la fusta de ribera si es mantenen les restes amb brancada, fulles...)	Ombreig molt localitzat
Presència d' al·lòctones	Competència i desplaçament d'al·lòctones		Presència d'al·lòctones	

Recomanacions de gestió de les restes vegetals de les riuades

Per mantenir la dinàmica ecològica dels sistemes fluvials i les funcions ecosistèmiques i optimitzar els recursos, convé deixar in situ les restes vegetals, especialment a zones on el risc no sigui alt i a on hi hagi cúmuls de restes de grans dimensions (arbres en peu, trencats recolzats o tombats o descalçats). No es recomana, per tant, el trossejament sistemàtic de la fusta morta de la riba o de la llera, com a mesura de gestió post-riuada.

Qualsevol actuació en riberes, sigui per emergència, per gestió dels efectes de les riuades o per manteniment, pot retirar fusta morta de grans dimensions que suposin un risc evident, així com grans amuntegaments de fusta morta, si bé cal evitar treure o trossejar arbres caiguts que ja hagin estat estabilitzats i integrats (o tinguin tendència a estar-lo) al sistema. Cal tenir en ment que bona part de la fusta morta mobilitzada en una riuada prové de les restes de tallada i trossejada que s'han deixat a les ribes.

Les intervencions han d'estar tècnicament justificada des dels diferents punts de vista. No s'ha de fer la retirada de tota la fusta del tram fluvial, sinó nomes d'aquella que suposi un risc de mobilització més evident. Alhora, s'han de preservar el arbres d'espècies autòctones (o exòtiques no invasores en cas que sigui l'única vegetació arbrada) que hagin resistit els cops de riu, que podran, en un futur, laminar les crescudes i aportar les funcions ecològiques i els serveis ecosistèmics de la vegetació de ribera.

3.4.7. Altres intervencions de gestió i criteris d'aplicació al bosc de ribera

Es mostren a continuació altres intervencions que es poden tenir en compte en la gestió de determinats trams de bosc de ribera.

Silvopastoralisme

És l'aprofitament pel ramat dels recursos farratgers (vegetació herbàcia i del sotabosc) d'un bosc. D'aquesta manera, es pot aconseguir un ús multifuncional del bosc, que també pot contribuir a la reducció de la biomassa arbustiva, en cas que sigui desitjable per temes de prevenció d´incendis, per exemple. En general, aquests recursos farratgers no solen ser suficients per alimentar adequadament un ramat, per la qual cosa la pastura dins de bosc se sol considerar com a part d'un itinerari ramader que inclogui també zones més obertes i productives, riques en espècies herbàcies. A més, sovint és necessari la implantació de petites infraestructures auxiliars com ara tancats o abeuradors.

La pastura del bosc de ribera ha de parar una atenció especial a evitar càrregues excessives, especialment durant èpoques en què el sòl estigui moll, per evitar problemes de compactació o erosió. També cal evitar la pastura a prop de la llera, per reduir l'impacte de les dejeccions sobre la qualitat de l'aigua, per la qual cosa pot ser necessari emprar filat elèctric. Puntualment es poden condicionar franges d'accés del bestiar a la llera, mirant de limitar els impactes negatius esmentats prèviament (figura 39).

Figura 39 /

Pastura de vaques fora de la franja ripària i separada d'aquesta per un filat elèctric. Foto: Jordi Camprodon.

Plantacions agroforestals

Els sistemes agroforestals són la combinació deliberada de vegetació llenyosa i conreus en el mateix espai. Aquesta combinació permet fer un ús més eficaç dels recursos disponibles (aigua, llum, nutrients) al llarg de l'any i a diverses profunditats del sòl. Les plantacions arbòries d'àmbit ripari són un espai d'alt interès per esdevenir sistemes agroforestals, en poder-se aprofitar els carrers entre fileres d'arbres (un espai ampli que d'altra manera implicaria un cost de manteniment de la vegetació no desitjada) i obtenir-ne una continuïtat de rendes des dels primers anys. Hi ha dos tipus de sistemes agroforestals a plantejar en aquest context:

- Sistema agroforestal temporal: conreu dels carrers durant els primers anys, quan els arbres no fan un ombratge rellevant.
- Sistema agroforestal permanent: conreu dels carrers durant tota la rotació dels arbres. En aquest cas, cal adaptar l'espècie o varietat conreada a les condicions de llum decreixent entre primavera i tardor, a mesura que els arbres es desenvolupen, o bé ampliar la distància entre fileres arbrades per mantenir un equilibri entre la producció total forestal i agrícola.

Recomanacions al silvopastoralisme i plantacions agroforestals

Amb les càrregues adequades, aquesta pràctica pot ser d'interès per ajudar a controlar el sotabosc en plantacions adultes i en boscos adjacents a les formacions pròpies de ribera, la qual cosa pot reduir la competència sobre els arbres i reduir el risc d'incendis.

Convé evitar aquesta pràctica en la vegetació de primera i segona línia, i també en zones en regeneració o amb presència d'espècies de sotabosc d'alt valor natural.

Un filat elèctric perimetral dissuadirà el bestiar d'entrar a la franja ripària. La revisió periòdica del filat és molt important per garantir-ne un bon manteniment. La vegetació de ribera creix de pressa a la primavera i estiu. Es poden habilitar abeuradors artificials fora de la franja ripària per suplir l'abeurada al riu.

Un model de sistema agroforestal seria la implantació d'arbres dins (o als marges de) camps agrícoles o de pastura a la perifèria de la franja ripària. Es reduiria l'impacte del espais oberts sobre el curs d'aigua (contaminació per nitrats i agroquímics), ajudaria a protegir el sòl (retenció física, fixació de carboni edàfic) i suavitzaria l'ecotó de la frontera agrària - bosc de ribera.

El dossier tècnic RuralCat nº99 està dedicat als sistemes agroforestals, i presenta les particularitats, avantatges i oportunitats d'aquests sistemes combinats.

Naturalització i diversificació de plantacions productives

Com s'ha esmentat prèviament, l'ús prevalent de les plantacions productives és la rendibilitat econòmica, si bé són espais que poden aportar una sèrie de funcions estructurals i protectores favorables al conjunt del bosc de ribera, en funcionar com a barrera tallavents, filtre de nitrats i, en general, com a zona de transició entre la vegetació forestal i els usos agrícoles o urbans. Per tant, aquests sistemes poden tenir una gran rellevància ecològica i paisatgística. Es poden plantejar diverses mesures per incrementar la multifuncionalitat d'aquests espais, amb un mínim impacte sobre la seva rendibilitat, com ara:

Recomanacions de gestió per a la naturalització de plantacions productives

- Mantenir algun arbre de baix valor (malformat, brancallós) en peu durant dues o més rotacions. Els arbres emprats habitualment en aquestes plantacions, de ràpid creixement, fusta tova i baixa longevitat, generen microhàbitats d'interès com ara cavitats en un termini relativament curt. Aquests arbres es poden organitzar aïllats o, preferentment, en petits grups.
- Formar fusta morta, en peu (anellant i com a soques altes) i al terra, a partir d'arbres de baix valor, en ubicacions que no interfereixin amb les tasques posteriors de condicionament del sòl i replantació, i no posin en perill infraestructures o camins. Després de la tallada no es recomanable deixar en peu estaques isolades amb nius de picot. Són molt depredables i es poden trencar fàcilment si no van acompanyades d'una petita orla arbrada de protecció.
- Després de la tallada final, triturar i distribuir les restes de branques per la zona; prioritzar la destrucció biològica de soques (inoculant fongs) o la trituració amb barrina davant el desarrelament.
- Destinar el perímetre de la plantació més proper al bosc de ribera (3-5 fileres) a esdevenir una zona de transició entre tots dos sistemes, a on es plantegi un model alternatiu de plantació: composició mixta (amb espècies de torn curt i de torn intermedi (per exemple, productores de fusta de qualitat, complementables amb espècies de sotabosc); emprar marcs irregulars i/o minimitzar el treball del sòl.

Naturalització de plantacions productives abandonades

Aquesta situació es dona en pollancredes i platanedes adultes que han perdut l'interès productiu, sovint per haver-se abandonat el manteniment (sobre tot, les podes). En elles sol regenerar-se la vegetació natural a redós de la plantació. Aquests sistemes es poden reconvertir en boscos diversos i ben estructurats mitjançant l'aplicació progressiva d'aclarides selectives en favor del regenerat (espontani o en forma de plantació d'enriquiment) de verns, salzes, freixes, oms, til·lers, aurons i altres espècies pròpies de l'estació ecològica. En les primeres fases de naturalització, per tant, l'estrat de més grans dimensions correspondrà als arbres de la plantació original, que passen així a complir amb una funció temporal de diversificació de l'ecosistema.

Cada intervenció ha de ser mesurada (especialment a les parts més properes a la llera) i no reduir, orientativament, més del 30% de l'àrea basimètrica. Si bé els arbres tallats tindran un valor per sota del previst al moment de plantar, la seva comercialització pot cobrir els costos de la intervenció. A més, es pot aprofitar la intervenció per fomentar la fusta morta, en peu (arbres morts o anellats explícitament) i al terra (caiguts o tallats). L'anellament té com a avantatge que dona lloc a una entrada de llum més gradual.

Figura 40 /

Camí forestal que travessa el riu i la franja ripària. S'han amuntegat roques a la llera. Aquesta situació s'hauria d'evitar. Foto: Jordi Camprodon.

Condicionants durant l'execució dels treballs forestals

A més de complir amb la normativa en matèria de contractació, seguretat i salut i gestió de deixalles, entre d'altres, les particularitats del bosc de ribera fan necessari parar especial atenció a evitar possibles impactes en el medi durant l'aplicació de les intervencions silvícoles, amb la incorporació de bones pràctiques en els plecs de condicions tècniques, com ara:

- Respectar el període crític per a la cria, comprès de l'1 de març fins al 30 de juliol. A més, s'ha de parar atenció a la presència ocasional de colònies temporals en altres moments de l'any, com ara els ocells aquàtics que a l'hivern utilitzen la vegetació de ribera com a joca (corb marins, ardeids, ànecs, etc.).

- Extremar les precaucions per evitar vessaments de lubricants i combustibles, i parar atenció a mantenir tota la maquinària emprada en un bon estat de manteniment. A més, cal retirar immediatament tota la brossa generada i en especial aquells elements que surin (ampolles, llaunes, embuts, plàstics, etc.), pel risc de ser arrossegats en cas de crescuda del riu.

- La tallada dels arbres es farà de manera que la caiguda no sigui sobre el curs d'aigua ni modifiqui els braços interns i les tolles que forma el riu a zones inundables. No obstant això, es pot decidir tombar i deixar intencionadament algun arbre sobre la llera amb l'objectiu de formar micro i meso hàbitats per a la fauna aquàtica i per retenir sediments. Els arbres tombats es poden travar amb arbres gruixuts drets per impedir que una crescuda de la llera se'ls emporti. Aquesta actuació només és indicada en capçaleres no sotmeses a fortes avingudes.

- L'arrossegament de la fusta no ha d'afectar a la morfologia del sòl ni a acumulacions temporals d'aigua o a afloraments de roca. Tampoc no es pot fer l'arrossegament des de l'altra banda del curs d'aigua, per evitar malmetre l'ecosistema aquàtic.

- El traçat i execució de les vies d'accés a la forest i de circulació dins d'aquesta s'han de dissenyar a escala de finca de manera acurada, per aconseguir un desembosc eficient amb la mínima superfície afectada, tot evitant danyar el sòl i l'ecosistema: cal evitar pendents i amplades excessives i incorporar elements de drenatge (figura 40). En la mesura que sigui possible, cal minimitzar la superfície afectada per aquestes vies a la FR i especialment dins la FRP. A més, cal evitar el pas de maquinària pels cursos d'aigua. En cas que sigui inevitable, s'han de localitzar i condicionar els punts de creuament més adients (sòl rocós o ben consolidat, per evitar danyar el llit fluvial i afectar la qualitat de l'aigua) i minimitzar el nombre de trajectes. També es pot habilitar un pas temporal estabilitzat o elevat, amb els requeriments tècnics i administratius adients.

- En cas de causar danys mecànics al sòl durant la mecanització o l'arrossegament de fusta caldrà implementar mesures correctores per tornar-lo a la situació inicial. Si hi ha disponibilitat a la zona, i és viable econòmicament, es pot valorar fer el desembosc amb animals o amb cable aeri.

- Un cop acabats els treballs convé tancar a la circulació motoritzada els camins que no tinguin servitud de pas i les vies forestals.

3. 5. Exemples pràctics de millora ecològica i restauració del bosc de ribera

3.5.1. Introducció als exemples pràctics

A continuació s'han seleccionat quatre casos de gestió i restauració activa del bosc de ribera que pertanyen a algunes de les actuacions planificades en el marc del LIFE ALNUS.

Aquests exemples pràctics s'han dissenyat a partir de la identificació de trams potencials i prioritaris recollits en els plans de conservació de conca, a partir d'informació cartogràfica (capítol 2). Un cop revisats i confirmat l'interès en una primera visita d'inspecció, es procedia a signar un acord amb el propietari, públic o privat (capítol 10). Les actuacions es consensuaven amb la propietat i, si es tractava d'un espai natural de protecció especial, amb l'òrgan gestor. Seguidament, es procedia a la caracterització detallada, consistent en una rodalització i un inventari pericial del tram. A partir d'aquí s'elaborava la proposta d'actuacions. Aquesta informació, realitzada pel CTFC, es traslladava als socis del projecte encarregats de l'execució. L'Agència Catalana de l'Aigua va licitar el projecte tècnic i el projecte executiu a la conca del Ter. L'Ajuntament de Granollers va fer-se càrrec dels projectes corresponents a la conca del Besòs, amb el suport d'altres ajuntaments de la conca i del Consorci Besòs-Tordera. Ambdós socis eren responsables de la supervisió tècnica, amb el suport del personal del CTFC i del CERM, que alhora, eren els responsables del seguiment ecològic (capítol 8). Les plantacions s'efectuaven amb plançons i estaques procedents de recol·lecció in situ i produïts en viver per part de l'empresa pública Forestal Catalana.

Els tres primers casos descrits corresponen a trams fluvials seleccionats pels models de planificació sistemàtica i/o d'indicadors de priorització per la seva representativitat i ubicació en el conjunt de la conca, connectivitat, estructura de la vegetació (cobertura d'autòctones i d'al·lòctones) i complementarietat d'objectius (co-beneficis). El quart cas exposat va ser seleccionat per criteri expert d'oportunitat d'intervenció, ja que no estava recollit en els models.

3.5.2. Restauració de la continuïtat i la qualitat ecològica del bosc de ribera a la riera Major (Sant Sadurní d'Osormort, conca del Ter)

Descripció del tram

Verneda en franja ripària de primera línia, amb estructura de bosc mitjà, amb prevalença de peus de rebrot i un dosser superior de pollancres al·lòctons procedent d'una antiga plantació. No hi ha franja ripària de segona línia. La verneda-pollancreda limita amb el bosc zonal (alzinar-roureda), amb plantacions de coníferes i pastures. S'observa un dèficit de fusta morta gruixuda. En els últims anys s'ha constatat la presència regular de la llúdriga en la riera Major.

Objectius específics

- Erradicar els plançons de robínia dispersos pal tram.
- Controlar l'única clapa de robínia i replantar l'espai amb espècies autòctones en primera i segona línia.
- Restablir la verneda en les dues zones d'on s'han tractat les robínies.
- Augmentar la disponibilitat de refugis temporals de llúdriga.
- Generar fusta morta, sobretot a partir dels pollancres.
- Realitzar una selecció de tanys experimental de vern per tallada i anellament.
- Regular la competència en favor del vern per aclarida selectiva o anellament de pollancres al·lòctons.
- Allà on es pot, ampliar l'amplada de la verneda en segona línia.
- Millorar la continuïtat de la verneda al llarg de la riera.

Actuacions

- En una actuació anterior es van erradicar robínies mitjançant tractaments d'endoteràpia per part del Consorci dels Espais Naturals de Les Guilleries-Savassona, dins del conveni de custòdia fluvial amb l'Agència Catalana de l'Aigua. Alguns arbres, tot i morir la part aèria, han tingut capacitat de rebrot d'arrel. S'ha aplicat un tractament experimental amb la tècnica de tallar i injectar herbicida a la soca.
- Reforç i desfragmentació de la verneda. A) Reforç d'una repoblació de vern anterior amb la plantació de vern de llavor en alta densitat. B) Construcció de clots freatòfils i plantació de verns en plana al·luvial.
- Refugis de llúdriga. Construcció d'embrancades confinades per a refugi temporal o de reproducció per a la llúdriga. Diversos sectors del tram presenta unes característiques físiques i ecològiques aptes per a la construcció de caus per a la reproducció de la llúdriga, atès que són zones poc accessibles on hi ha molt poca freqüentació humana.
- Selecció de tanys de vern. Tractament experimental en dues intensitats (intensitats baixa i intermèdia) i per dues tècniques (tallada i anellat). Seguiment post-tractament del creixement i estat vital dels tanys restants. S'han promogut els tanys més vigorosos, rectes i estables (tronc gruixut, capçada simètrica), i també els que contenien microhàbitats. Es deixaren sense intervenir una de cada 8-10 soques amb tanys (les més denses i travades), per tal de mantenir puntualment soques amb alta densitat de tanys.
- La intensitat baixa implicava l'eliminació d'un 25-33% de l'àrea basimètrica total dels tanys. A efectes pràctics, això es traduïa en:
  a. Soques amb tanys homogenis: eliminació d'un de cada tres tanys.
  b. Soques amb tanys heterogenis: eliminació d'un de cada dos tanys, prioritzant l'eliminació dels més petits.
- La selecció de tanys d'intensitat intermèdia s'aplicava en les condicions en què els tanys eren més estables: tanys de més petites dimensions, menys esvelts i/o en una ubicació més exposada al vent i a les fluctuacions del cabal. En aquest cas, s'eliminava prop del 50% de l'àrea basimètrica total dels tanys en:
  c. Soques amb tanys homogenis: eliminació d'un de cada dos tanys.
  d. Soques amb tanys heterogenis: eliminació de dos de cada tres tanys, prioritzant l'eliminació dels més petits.
- Anellament de pollancres no autòctons en competència amb verns. Regulació de la competència de capçades en favor del vern i generació de fusta morta gruixuda en peu i al terra. Es van anellar els sense risc d'afectació a infraestructures en cas de caure. Es deixava una distància mínima de 25 m entre dos peus anellats, amb un màxim de10 peus anellats per quilòmetre lineal.

Figura 41 /

Verneda amb predomini de peus de rebrot (esquerra). Pollancre dominant que competeix sobre peus de vern (dreta). Fotos: Naturalea.

3.5.3. Restauració de la continuïtat i la qualitat ecològica del bosc de ribera a l'aiguabarreig dels rius Mèder i Gurri (Santa Eugènia de Berga, conca del Ter)

Descripció del tram

Bosc mixt de ribera, amb vern, salze blanc, àlber, freixe de fulla gran i om (mescla arbrada per bosquets i peu a peu). Bosc fragmentat en grups d'arbres i petits rodals i espais sense vegetació arbòria. El vern, una espècie escassa al Mèder i al Gurri, apareix com a peus aïllats o formant petits grups. El riu Mèder, abans de la desembocadura al riu Gurri, ja en l'entorn urbà, té una pèrdua de secció per canalització del canal, una manca de vegetació autòctona i l'entrada d'exòtiques, entre les que destaca la robínia. A la riba esquerra del Gurri hi ha un marge molt vertical que presenta problemàtiques d'incisió, fenomen que impossibilita el desenvolupament d'un bosc de ribera.

Objectius específics

- Reduir l'erosió del marge del riu Mèder quan desemboca al Gurri i en un tram mitjà del Gurri, mitjançant tècniques de bioenginyeria del paisatge. Restaurar la verneda en aquests trams.
- Millorar la continuïtat ecològica del vern en les zones més viables per a l'espècie.
- Reintroduir el vern en les zones amb la secció més adequada de la part baixa del Gurri mitjançant la plantació amb estaquetes.
- Realitzar una prova pilot d'eliminació de plançoneda de robínia. Eliminar un nucli d'exòtiques invasores llenyoses i un bosc lineal de marge de robínia. Replantar l'espai amb espècies autòctones de ribera.
- Regular la competència en favor del vern amb la tallada de plataners.

Actuacions

- Estabilització de riba amb feixina viva per revertir la incisió fluvial i generar les condicions per a l'arrelament dels verns plantats. Es va optar per aquesta actuació puntual per l'existència d'ús públic de baix impacte al sector (activitats educatives per a col·lectius desafavorits per part de la propietat) i per reintroduir la verneda.
- Aterrassament per modificació de riba i plantació, per recuperar el perfil en contacte amb els cabals mitjans mínims i facilitar la implantació de la verneda. Aquesta modificació en dipòsits fluvials de la riba dreta del riu Mèder en la confluència amb el riu Gurri ha generat dos nivells diferents a partir de la llera, tal i com ja existeix aigües avall. Plantació de grups de vern al nou perfil de riba.
- Plantació per estaques de vern a les dues ribes. La part baixa del riu Gurri té una secció molt encaixada, amb ribes de pendent pronunciat. Després de la petita resclosa d'aquest tram del Gurri, la secció del canal té uns marges amb menys pendent i una secció amb més amplada. Aquí s'hi ha plantat vern en format d'estaca als llocs més planers i amb més bon accés al freàtic.
- S'ha desfragmentat el bosc de ribera a les dues ribes, plantant verns en alta densitat en primera i segona línia, per donar continuïtat als individus aïllats per plantació. Eliminació de robínies i restauració vegetal. A) Primera línia de la franja ripària: restauració de l'espai alliberat amb agrupacions de plantació de vern. B) Segona franja ripària: substitució de robínies plantades en el sistema fluvial per espècies autòctones de verneda de segona línia: freixe de fulla gran i om (per l'om, clons resistents a la grafiosi). Injecció d'herbicida i tallada de robínies petites (<7m alçada)i tractament dels rebrots.
- Aclarida selectiva dels plataners per promoure els verns i generar fusta morta (peces senceres o de gran mida sobre la terrassa fluvial superior). S'ha prioritzat la tallada dels plataners que més intensament competien amb els verns, però evitant tallar els plataners de grans dimensions que estructuren la riba.

Figura 42 /

Ribera amb incisió a restaurar amb fagina viva i plantació de vern (esquerra). Plataners subespontanis que competeixen amb verns (dreta). Fotos: Naturalea.

3.5.4. Restauració de la continuïtat i la qualitat ecològica del bosc de ribera al riu Ter (Sant Joan de les Abadesses)

Descripció del tram

Tram principal del riu Ter amb dos sectors diferenciats. Aigües avall, un sector està condicionat per una resclosa amb aprofitament hidroelèctric. El rabeig de la resclosa i la morfologia del riu ha generat uns hàbitats humits en plana d'inundació situada en la ribera dreta molt favorables per al desenvolupament del bosc de ribera. Aigües més amunt s'esmorteeix l'efecte de l'embassament i el riu forma petits canals secundaris, que no porten aigua la major part de l'any. El bosc de ribera presenta una estructura bastant regular, dominada per salze blanc adult, amb arbres que superen 20 m d'alçada i un subvol de vern en primera línia, en forma de petits grups i peus aïllats. Aquest tram fluvial disposa d'una bona qualitat per a la llúdriga i altres vertebrats semi-aquàtics, com el turó, la musaranya d'aigua i la rata d'aigua. Hi ha molt poca freqüentació de l'espai, ja que està regulat l'ús públic.

Objectius específics

- Millorar l'estructura i composició del bosc de ribera.
- Desfragmentar la verneda en primera línia.
- Crear espais de refugi per a la llúdriga
- Millorar la connectivitat ecològica de la verneda en antics braços del riu.

Actuacions

- Diversificació estructural en la riba dreta: a) tallades de selecció per millorar l'estat de conservació de l'arbrat; b) introducció de nuclis d'alta densitat de verns en els llocs més favorables. També es va afavorir la biodiversitat amb la construcció d'una embrancada confinada.
- Debilitament per anellament de salzes de més de 25 cm de diàmetre que dominaven verns adults i de plançoneda.
- Construcció d'una embrancada com a refugi temporal de llúdriga. Es ve construir de tipus confinat, és a dir apartada de les crescudes ordinàries. D'aquesta manera s'evita la deriva dels materials en cas d'avinguda i es fixa l'estructura al lloc de construcció. Es van emprar materials resultats del tractament de la vegetació al tram. Es va emplaçar a la part més allunyada d'una possible freqüentació humana, en un lloc sense accessos a la riba.
- Formació de depressions interconnectades per augmentar zones de contacte amb el nivell freàtic. A la riba dreta hi havia antics

braços reblerts de sediments del riu. Part d'aquest espai ja estava ocupat per vegetació llenyosa de ribera, tot i que la verneda hi era poc significativa. De cara a millorar la capacitat de restauració de la verneda a la plana d'inundació es van millorar les condicions hidromorfològiques amb l'excavació de tres clots freatòfils (de 75 m^3 cadascun) amb molt poc pendent i profunditat, perquè el freàtic era molt superficial. Es van plantar agrupacions de vern als clots.

- Plantació de verneda en primera línia, acompanyada d'una intervenció geomorfològica (raspall i enreixats de 2 x 10 m) per millorar la implantació. Es va efectuar en 245 m de la riba esquerra en el final del rabeig de la pressa sense vegetació llenyosa. La plantació es va protegir de les vaques de les pastures veïnes amb una tanca electrificada. El manteniment de la tanca va a càrrec de la propietat.

- Reserva a evolució natural d'un sector de bosc de ribera de 605 m lineals, relativament madur i heterogeni, amb escassa empremta humana

Figura 43 /

Dipòsits al·luvials i clotades amb freàtic superficial (imatges superiors). Pastures en contacte amb la llera (inferior esquerra) i sector de bosc de ribera mixt destinat a lliure evolució (inferior dreta). Fotos: Naturalea.

3.5.5. Naturalització d'una plataneda a la riera de Sora (Montesquiu, conca del Ter).

Descripció del tram

Plantació vella de plataners i alguns pollancres no autòctons (44 cm de diàmetre mitjà), amb arbres grans dimensions (de 45 a 80 cm de diàmetre normal). Subvol de freixe de fulla gran, til·ler, auró blanc, roure martinenc, noguera i robínia, aquesta última principalment a la perifèria de la massa arbrada, solitària o formant petits grups. Sotabosc arbustiu i lianoide format per evònim, arç blanc, saüc, sanguinyol, vidalba, heura i boix . Alguns dels grans plataners contenen nius de picot negre i altres pícids. L'espai pertany a la Diputació de Barcelona i forma part del Parc del Castell de Montesquiu. Superfície: 1,1 ha.

Objectius específics

Naturalització de plataneda vella abandonada.

Actuacions

Tallada selectiva del plataner en favor de peus d'espècies arbòries autòctones (freixe de fulla gran, til·ler de fulla petita i auró blanc). Es van respectar els peus de plataner i pollancre amb microhàbitats (nius de picot i heures), de grans dimensions, que estructuren la riba i/o ombregen la llera. Es va respectar tota la fusta morta en peu i tombada (principalment són pollancres). Es van tallar totes les robínies adultes i joves.

Es van marcar i tallar 58 peus de plataner, 104 peus de robínia (als quals se sumaren, també per tallar, molts peus inferiors a classe diamètrica 5 cm, no comptats, repartits pel sotabosc) i 3 exemplars de pollancre. Es va extreure el 13 % de l'àrea basimètrica. En aquest cas, el cost dels treballs es va cobrir amb la comercialització de la fusta de plataner per part de l'empresa adjudicatària, fora dels fons del LIFE ALNUS.

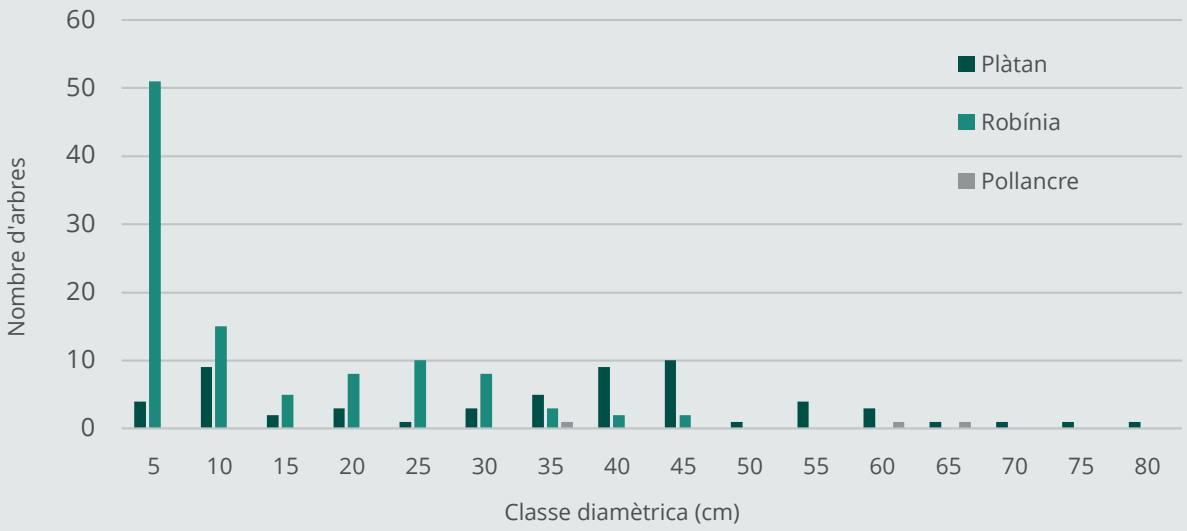


Figura 44 /

Distribució diametral dels arbres a tallar segons espècie.

Figura 45 /

Naturalització de plataneda abandonada al Parc del Castell de Montesquiu, a la riera de Sora (conca del Ter). Foto: Jordi Camprodon.

3. 6. Marc legal de la gestió forestal en riberes i estat actual de conservació

La gestió forestal a les riberes del nostre context es veu afectada per les normatives europees, estatals i autonòmiques en matèria de medi ambient, aprofitaments forestals i gestió hidrològica, entre d'altres. A escala europea, hi ha tres directives que afecten directament a la gestió de les riberes:

- La Directiva Marc de l'Aigua (2000/60/CE), en endavant DMA, té com a objectiu fonamental aconseguir un bon estat ecològic de les aigües. L'estructura hidromorfològica de les riberes es considera un indicador de l'estat ecològic del curs fluvial (annex V de la DMA). Pel que fa a la definició de l'estat ecològic, aquest és "molt bo" o "bo" quan "la condició de les zones riberenques correspon totalment o gairebé totalment a les condicions inalterades" (annex V de la DMA). Les Reserves Naturals Fluvials constitueixen una figura de protecció que té com a objectiu preservar aquells trams de rius amb un excel·lent estat ecològic i amb escassa o nul·la intervenció humana.

- La Directiva Hàbitats (92/43/CEE), en endavant DH, i la Directiva Ocells (79/409/CEE), en endavant DO, tenen influència sobretot en la gestió del bosc de ribera. En primer lloc, condicionen els objectius i els tractaments que es poden aplicar en les Zones Especials de Conservació (ZEC) i en les Zones Especials de Protecció de les Aus (ZEPA), les quals emanen d'aquestes directives. Cada territori amb legislació ambiental pròpia aprova uns instruments de gestió de les ZEC i les ZEPA. En el cas de Catalunya, les directrius aplicables en la gestió dels espais de ribera inclouen el foment de la conservació i l'augment de les formacions naturals de ribera (vernedes i altres

boscos de ribera afins), així com la reserva de parcel·les de bosc madur per a les espècies d'interès comunitari que ho requereixin (Godé et al., 2008).

La principal norma legislativa Espanyola en matèria forestal és la *Ley 21/2015, de 20 de julio, de Montes* (la qual modifica la *Ley 43/2003*), desenvolupada per les diferents lleis forestals autonòmiques. Aquesta normativa avarca múltiples aspectes de la planificació, els tractaments i aprofitaments silvícoles, les actuacions de restauració, etc.

A més de la normativa estrictament forestal, existeix un ampli cos de normativa sectorial europea, estatal i autonòmica que afecta la gestió dels boscos de ribera, entre les quals destaquen les de protecció de la biodiversitat i els espais naturals protegits (amb normativa específica per a fauna i flora amenaçades); l'ús de fertilització nitrogenada i fitosanitaris, normativa de prevenció de riscos i emergències (prevenció d'incendis, inundacions), etc. En aquest sentit, una norma clau és el *Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas*, el qual ha anat incorporant múltiples modificacions i actualment (finals de 2022) es troba en fase de revisió. Algunes de les normes que se'n deriven d'aquesta inclouen el Reglament del Domini Públic Hidràulic (RDPH). Aquest Reglament defineix que una de les finalitats de la zona de servitud per a ús públic és la protecció de l'ecosistema fluvial i del domini públic hidràulic.

En el cas dels espais de la Xarxa Natura 2000 disposen d'unes directrius de gestió, algunes de les quals son específiques per als hàbitats de ribera (veure annex *Directrius per a la gestió dels espais de la xarxa Natura 2000,* Acord GOV/112/2006).

Per últim, els diferents estàndards de certificació de la gestió forestal sostenible (FSC, PEFC, etc.) atorguen especial consideració a la conservació dels sistemes forestals de ribera.

Agraïments

Volem agrair el suport científic i tècnic, així com els comentaris i revisió del manuscrit per part de Ramon Batalla, Roser Casas, Evelyn García, Guillermo García, Alfredo Ollero, Marc Ordeix, Albert Sorolla i Jordi Vayreda. La seva aportació ha permès millorar significativament el contingut final.

Robínia o falsa acàcia (*Robinia pseudoacacia*), espècie invasora procedent d'Amèrica del nord / Foto: Jordi Bas.

4 /

GESTIÓ DE LA VEGETACIÓ EXÒTICA EN ESPAIS DE RIBERA

4 / GESTIÓ DE LA VEGETACIÓ EXÒTICA EN ESPAIS DE RIBERA

Pol Guardis[1], Jaime Coello[2], Andreu Salvat[3], Míriam Piqué[2] i Jordi Camprodon[1,4]

[1]Grup de Biologia de la Conservació (GBiC). Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya (CTFC).

[2]Àrea de Gestió Forestal Sostenible (AGS). Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya (CTFC).

[3]Aprèn. Serveis Ambientals.

[4]Departament de Biociències. Universitat de Vic-Universitat Central de Catalunya (UVic-UCC).

4.1. La problemàtica de la vegetació exòtica en espais de ribera

Es consideren espècies exòtiques invasores (EEI) totes aquelles que, trobant-se fora de la seva àrea de distribució natural, un cop s'han introduït a un territori, tenen la capacitat de sobreviure, reproduir-se i escampar-se, produint impactes considerables en els ecosistemes. Però no totes les espècies exòtiques són invasores (taula 2); hi ha espècies foranes han sigut fomentades per al seu ús productiu, especialment les espècies de creixement ràpid com ara pollancres híbrids (*Populus* sp.) o plataners (*Platanus* x *hispànica*), espècie que també ha sigut objecte de tractaments silvícoles en el marc del projecte, com podrem veure més endavant.

Com s'ha comentat en capítols anteriors, una de les principals problemàtiques de l'estat de conservació dels boscos de ribera és l'amenaça biològica i la competència que exerceixen les espècies exòtiques o al·lòctones, i en particular, les EEI. En resposta a aquesta situació les administracions públiques han desenvolupat un important volum de legislació, com ara el *Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras* i el *REGLAMENTO (UE) Nº 1143/2014 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 22 de octubre de 2014 sobre la prevención y la gestión de la introducción y propagación de especies exóticas invasoras.*

Les darreres dècades, l'impacte d'aquests espècies s'ha agreujat, amb un increment sostingut d'espècies exòtiques (Sistema d'Informació EXOCAT, 2020). Aquestes es veuen afavorides per la discontinuïtat i alteracions de les formacions de ribera, les condicions dinàmiques de l'espai, l'alta eficàcia reproductiva i productiva d'aquestes espècies invasores, l'abandó d'usos intensius i la introducció intencional o accidental d'aquestes espècies, la qual cosa provoca que el 50 % dels hàbitats d'interès comunitari propis d'aigües continentals presentin un estat de conservació desfavorable (Brotons et al., 2020) (figura 46).

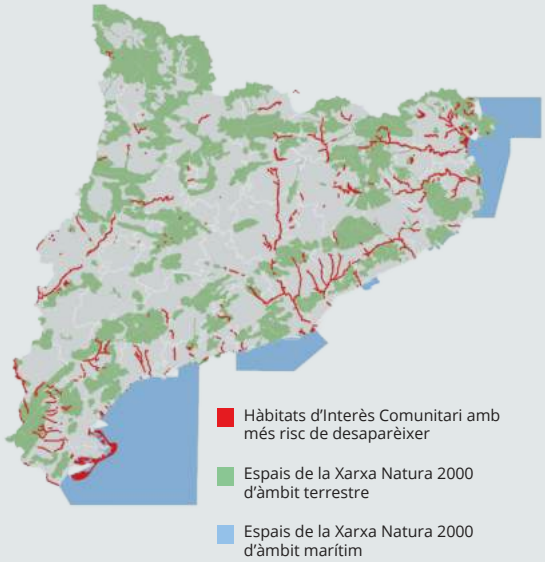


Figura 46 /

Hàbitats d'Interès Comunitari amb major risc de desaparèixer. Font: Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural de la Generalitat de Catalunya.

El les conques del LIFE ALNUS, les espècies exòtiques es reparteixen de forma homogènia per la conca del Ter, on només alguns trams aïllats d'entorn muntanyós se'n mostren lliures, o gairebé (figura 47). En canvi, a la subconca de l'Onyar, arriben a cobrir més del 50% del bosc ripari. Les espècies al·lòctones més abundants a la conca són plataners i robínies, que es distribueixen per tota la seva extensió i només alguns trams ben conservats se'n mostren lliures. Negundos i canyes apareixen a la plana de Vic i a la part baixa de la conca, on també és molt freqüent la *Phytolacca americana*.

A la conca del Besòs, les espècies exòtiques es reparteixen arreu, exceptuant algunes capçaleres, però es concentren clarament als trams baixos de l'eix Mogent-Besòs i dels seus tributaris principals, així com en punts de les rieres de la Serralada Litoral. En alguns trams, la cobertura de les exòtiques al bosc ripari supera el 50%: es tracta sobretot de plataners i robínies. Un dels cursos fluvials d'aquesta conca, el riu Congost, ha estat objecte d'un projecte demostratiu específic d'avaluació i control de flora invasora, que es comenta més endavant.

Per contra, la conca del Segre presenta un estat d'integritat física excepcional: tan sols l'1,8 % de l'espai potencialment fluvial (EPF) són cobertes antròpiques consolidants, gairebé un 40 % són hàbitats naturals i la resta són cobertes que constitueixen un mosaic agroforestal de gran importància ecològica i paisatgística amb pocs elements al·lòctons de caire invasor (2,7 %).

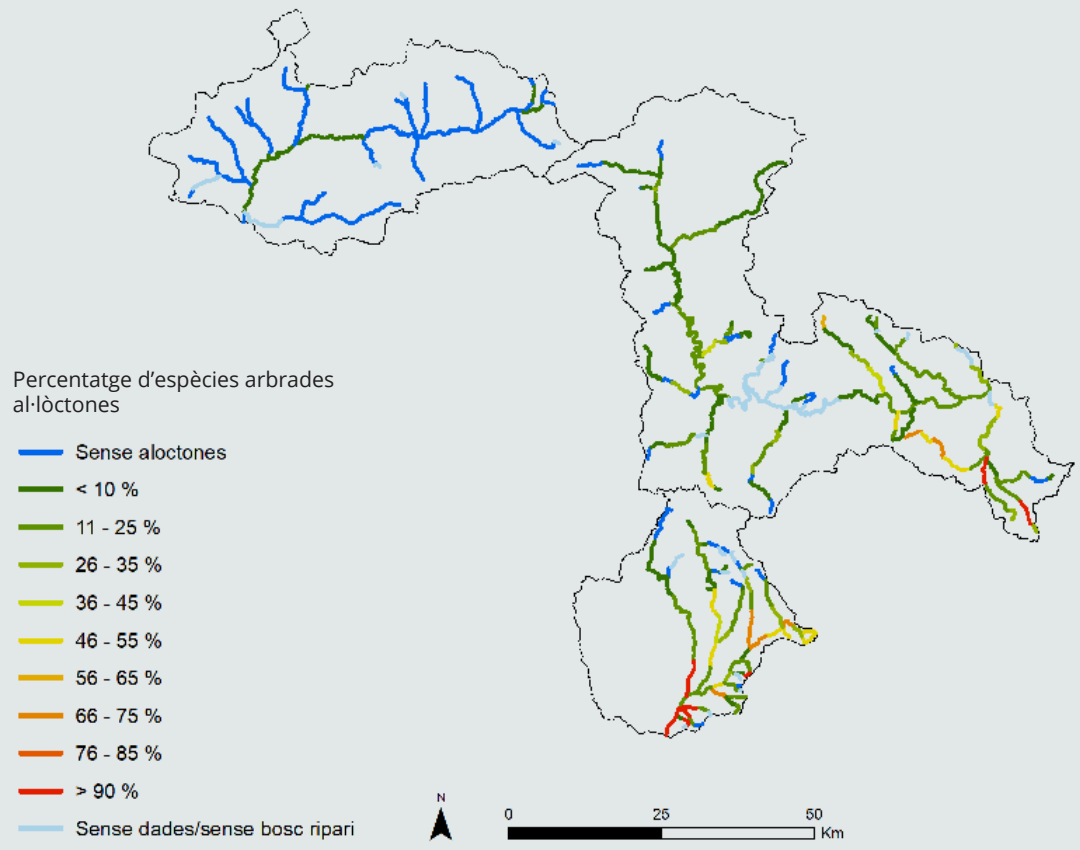


Figura 47 /

Distribució del recobriment en els cursos fluvials del domini ecològic de les vernedes d'espècies exòtiques invasores (EEI) a les conques del Besòs, Ter i Segre, elaborada pel LIFE ALNUS. Font: MN Consultors.

Taula 2 / **Llistat espècies exòtiques més comunes a les conques d'actuació del LIFE ALNUS i consideració dins el marc legal.**

Nom taxon	RD Espanyol	Reglament UE	UICN2000 100
Acer negundo	No	No	No
Ailanthus altissima	Si	No	No
Alternanthera philoxeroides	Si	Si	No
Araujia sericifera	Si	No	No
Arundo donax	Canàries	No	Si
Boussingaultia cordifolia (=*Anredera cordifolia*)	No	No	No
Buddleja davidii	Si	No	No
Cortaderia selloana	Si	No	No
Fallopia baldschuanica (=*Polygonum aubertii Bilderdykia aubertii*)	Si	No	No
Helianthus tuberosus	Si	No	No
Lonicera japonica	No	No	No
Ludwigia spp.	Si	No	No
Myriophyllum aquaticum	Si	Si	No
Parthenocissus quinquefolia	No	No	No
Pennisetum spp.	Si	Si	No
Phytolacca americana	No	No	No
Robinia pseudoacacia	No	No	No
Senecio inaequidens	Si	No	No
Tradescantia fluminensis	Si	No	No
Ulmus pumila	No	No	No

4.2. Presa de decisions en la gestió de les espècies exòtiques

El responsable de la gestió del medi natural se li planteja el dilema de com actuar amb les espècies exòtiques. Sovint la decisió no és senzilla, ni única. El LIFE ALNUS ha centrat la seva atenció en les espècies vegetals exòtiques de ribera. L'estratègia seguida ha estat ser selectius. En primer lloc, identificar i cartografiar on estaven repartides les espècies vegetals exòtiques a escala de conca (Besòs, Ter i Segre), en especial les de port arbori i la canya (pel seu major pes estructurador de l'hàbitat i facilitar de cartografiat) i el percentatge de cobertura respecte a les arbòries autòctones de ribera (veure capítol 2). En segon lloc es tractava de distingir objectius i planificar actuacions (veure capítol 2 per a mes detalls).

El nombre d'espècies de flora exòtica presents a la conca del Besòs i, en segon terme, a la del Ter és dels més elevats de Catalunya, a causa de la forta ocupació urbanística a partir dels anys 60 del segle XX. En aquest projecte es van considerar aquelles espècies de control prioritari per prescripció legal, pel seu impacte constatat o perquè aquest control era factible a escala de tram. Això comprenia bàsicament espècies llenyoses, però també lianoides i herbàcies de gran port com la canya. Com a primera prioritat, es va decidir centrar els esforços en l'erradicació d'EEI de port arbori en trams fluvials on l'hàbitat estava relativament estructurat amb cobertura d'arbres autòctons de ribera. D'aquesta manera s'aconseguia una major eficiència en la inversió dels recursos disponibles. En els espais alliberats es restaurava, per plantació, la vegetació llenyosa de la verneda. En cas d'haver actuat en grans extensions de canya, ailant o robínia, sense a penes, verns, salzes, freixes, àlbers o arbustos del sotabosc, la recolonització de l'espai per part de les EEI hagués estat cosa fàcil, encara que es plantessin plançons de llenyoses autòctones: el creixement per rebrot o llavor de les EEI pot ser molt superior.

La selecció de trams es va efectuar a partir de models multicriteri de presa de decisions, amb la cartografia elaborada pel propi projecte i la definició final dels rodals o trams d'actuació amb visites sobre el terreny (figura 47). Al planificar els treballs a escala de tram es va aprofitar per detectar EEI de port arbustiu, lianoide o herbaci. Habitualment es decidia erradicar-les del tram. Com a tercera prioritat, si es detectava un poblament aïllat d'EEI d'aquest port fora de coberta arbrada autòctona, i que podia ser focus d'expansió, es decidia actuar si comportava poca complexitat tècnica i es podien extreure la totalitat dels individus. Aquesta intervenció incloïa a les poblacions de noves espècies, fins llavors no detectades a la conca, per prevenir la seva expansió.

Les espècies exòtiques de temperament no invasor es consideraven de manera selectiva. No es tractaven si complien una funció estructuradora important de l'hàbitat, per exemple, proporcionant ombreig a la riba i/o a la llera i protecció del sòl i refugi per a la fauna. A vegades, la seva introducció és tan antiga que ja han format poblaments naturalitzats amb arbres de grans dimensions, que desenvolupen una funció ecològica molt semblant a la dels boscos autòctons i poden tenir un valor cultural (estètic, espiritual, històric, identitari, etc.) considerable. Així doncs, només es tallaven o anellaven els plataners, pollancres (no autòctons), nogueres i altres espècies llenyoses exòtiques no invasores si competien amb peus d'espècies autòctones. Al respecte, el capítol 3 descriu el tractament diferenciat d'una vella plataneda a la riera de Sora, conca del Ter.

Finalment, es tractava d'escollir les millors pràctiques possible per al tractament del poblament d'EEI. Sempre que era possible, s'escollien mètodes manuals (arrencada, tallada o anellat) abans de recórrer a mètodes químics. En cas d'utilitzar aquests darrers, sempre que fos possible es feina per endoteràpia (veure més endavant). La fusta tallada s'extreia en bona part, sempre que les condicions d'accessibilitat ho permetessin. Alguns peus tombats es deixaven in situ, a la riba o travessant la llera, per formar microhàbitats i actuar com a trampa de sediments. Part de la brancada i troncs s'aprofitava per construir cues de llúdriga prop del lloc de tallada, a segona línia de la riba, en indrets tranquils, adients pel carnívor. La fusta de robínia, per la seva durabilitat a la intempèrie, era la més utilitzada.

Els resultats que es comenten en aquest capítol son parcials i corresponen a la conca del Besòs. Els mateixos mètodes s'aplicaran a la conca del Ter, però al tancar aquest manual els treballs estaven en la seva fase inicial.

4.3. Assaig de control d'espècies arbòries mitjançant la tècnica de l'anellat*

**basat en el Protocol experimental per a l'estudi de l'anellat com a tècnica silvícola en boscos de ribera – Projecte LIFE ALNUS. Jaime Coello (CTFC), desembre 2019.*

4.3.1. Introducció a la tècnica de l'anellat

L'anellat és una tècnica per desvitalitzar arbres consistent en interrompre el flux de saba mitjançant l'eliminació de teixits en una secció completa del tronc. Com a resultat, les arrels deixen de rebre els fotosintetitzats generats a la capçada i l'arbre mor de manera progressiva. La mort de l'arbre pot arribar poc després de l'anellat o fins a 2-5 anys després (Magnér, 2017).

Es tracta d'un mètode cost-eficaç per: i) crear fusta morta en peu per potenciar el procés de maduresa i la biodiversitat associada; ii) eliminar arbres sense fer una posada en llum molt sobtada de la massa respectada; iii) reduir la densitat de rodals de bosc amb capçades molt denses o travades i iv) controlar espècies llenyoses invasores. Aquesta tècnica s'aplica sobre arbres d'almenys 10 cm de diàmetre normal (Kilroy & Windell, 1999). El principal inconvenient de l'anellat respecte la tallada és el risc associat a la imprevisibilitat de la caiguda de l'arbre anellat (Smallidge, 2016). Els tipus d'anellat es poden descriure en funció dels teixits tallats i del tipus d'anell.

Tipus d'anellat en funció dels teixits tallats

Hi ha dos tipus d'anellat, tot i que de vegades s'empren indistintament degut a la dificultat per distingir entre un o l'altre tipus (Moore, 2013).

1. Anellat sense arribar a la fusta*; ring-barking* (Moore, 2013) o *girdling* (Magnér, 2017)

Eliminació de l'escorça, el floema i el càmbium. S'impedeix així la translocació (flux descendent de fotosintats, sucres, aminoàcids i hormones, entre d'altres, de la capçada cap a les arrels). No obstant, el transport d'aigua i nutrients des de les arrels cap a les fulles continua. El tronc i les branques per sobre del tall poden continuar creixent i fins i tot mostrar un fort desenvolupament, ja que els carbohidrats produïts a la capçada romanen disponibles per sobre del tall. L'activitat de les arrels pot continuar durant un temps que depèn de les seves reserves de carbohidrats; un cop esgotats aquests, les arrels comencen a morir (Taiz & Zeiger, 2002). Com a conseqüència, es comença a perdre capacitat d'absorció d'aigua i nutrients i els arbres comencen a mostrar clorosi i defoliació i l'arbre emmarceix i mor. Aquest procés pot durar de 2 a 5 anys en arbres amb una gran quantitat de reserves i un sistema radical ben desenvolupat, però es pot accelerar si hi ha pertorbacions com ara sequeres o entollaments. Amb aquesta tècnica hi ha pocs rebrots d'arrel.

2. Anellat arribant a la fusta; *girdling* (Moore, 2013) o *notching* (Magnér, 2017)

Eliminació dels teixits esmentats en el cas anterior més la part exterior del xilema, o xilema funcional, és a dir, els vasos actius creats durant el període vegetatiu en curs. L'efecte en aquest cas és tant sobre la translocació com sobre la transpiració (flux ascendent d'aigua de les arrels cap a la capçada). L'arbre emmarceix molt ràpidament (sovint en 24-48 hores), especialment si l'anellat es fa durant dies calorosos i amb vent, ja que l'arbre perd la capacitat d'absorbir aigua (la transpiració que fa la capçada no transmet el potencial de succió a les arrels per què aquestes puguin absorbir aigua). Els problemes d'aquest mètode són que tendeix a induir més rebrots d'arrel que el cas anterior, i el risc més alt de trencament de l'arbre a l'alçada de l'anell.

Tipus d'anellat en funció del tipus d'anell

1. Anell fi i herbicida

Tall complet o parcial amb motoserra o destral fins travessar el càmbium, seguit d'aplicació d'herbicida amb esprai (Moore, 2008). Aquesta tècnica és efectiva amb totes les espècies. L'herbicida ha de ser soluble en aigua, com ara Pathway o Tordon RTU, a no ser que s'apliqui a la primavera o principis d'estiu, ja que en tal cas s'ha d'aplicar un herbicida diluït amb oli (Garlon 4) per afavorir-ne l'absorció (Stelzer, 2006). Una variant per minimitzar la dosi

aplicada és l'ús d'ecoplugs: ampolles de glifosat cristal·litzat inserides en el tronc amb un trepant (Willoughby et al., 2017).

2. Anell ample

Es fan dos talls horitzontals amb motoserra, destral o navalla de fulla corbada (només amb espècies amb escorça fina) i es retira tota l'escorça i el càmbium colpejant amb el cap de la destral o pelant amb destral o amb un enformador/cisell (*formón/cincel*) (Moore, 2008). Si els talls horitzontals es fan amb navalla, sabrem que hem arribat a la fusta quan es deixi de sentir que estem tallant "fils" i la fulla comenci a lliscar de manera homogènia. La superfície que resta visible ha de ser llisa.

Una variant d'aquesta tècnica consisteix en fer tot l'anell amb un únic tall o eina. Es pot fer amb motoserra en arbres gruixuts sempre que l'operador sigui expert, per no reduir en excés la secció del tronc. Per a arbres no gaire gruixuts, i en anellats fets durant la primavera o l'estiu, es pot fer amb destral o matxet, fent la meitat superior de l'anell de dalt cap baix, i la meitat inferior de baix cap dalt. Una eina alternativa de més alt rendiment és una polidora potent amb capçal troncocònic, una solució més eficient que la motoserra per a arbres de fins a 30 cm de diàmetre (Kilroy & Windell, 1999).

3. Doble anell fi

Aquesta tècnica seria semblant a l'anell ample fet amb motoserra però sense retirar l'escorça i el càmbium entre els dos anells. Aquesta tècnica va ser la més cost-eficàcia en faigs de grans dimensions a la Vall d'Aran (Ameztegui et al, 2009) (figura 48).

Hi ha una quarta tècnica esmentada en algunes fonts, tot i que sense publicar, consistent en fer un anell discontinu: es talla tota la secció de l'arbre però no a una alçada constant sinó amb trams d'anells oberts a diferents alçades. Així les branques van morint i caient abans que el tronc es trenqui pel punt d'anellat. Quan el tronc cau, té poques branques i no fa tant de mal a la vegetació del voltant.

Figura 48 /

Doble anellat de plataner i procés d'anellament superficial de fals plàtan amb ganiveta. Fotos: Pol Guardis/Jordi Camprodon.

4.3.2. Factors que defineixen l'èxit de l'anellat

La resposta d'un arbre a l'anellat depèn de l'espècie, la tècnica d'anellat i l'època d'actuació.

1. Espècie i condicions de creixement

Les espècies amb més capacitat vegetativa i de rebrot d'arrel i de soca, així com les més tolerants a l'ombra, són més difícils de matar per anellat. En aquestes espècies és imprescindible que el tall interrompi la connexió vascular en el 100% de la secció: s'ha vist com anellats del 80-90% de la secció no són efectius en espècies com ara *Eucalyptus camaldulensis, Robinia pseudoacacia, Ailanthus altissima, Platanus orientalis* i *Acacia melanoxylon* (Priestley, 2004; Moore, 2011; Merceron et al, 2016). A més, si l'arbre té gemmes axil·lars o epicòrmiques pot ser capaç d'emetre brots per sota de l'anell (figura 49), els quals si es desenvolupen prou ràpid poden tornar a alimentar les arrels i evitar la seva mort (Reque & Bravo, 2007).

Figura 49 /

Reacció del plataner anellat: emissió de brots epicòrmics sota l'anell (A) i ponts de floema (B). Foto: Pol Guardis.

Pel que fa a l'estrat social i les dimensions: els arbres més dominants, amb més llum i de més grans dimensions tenen més probabilitats de sobreviure a l'anellat que els arbres dominats (Wu et al, 2017) o de petites dimensions (Magnér, 2017).

1. Tècnica d'anellat

El tall ha de ser sempre per sota del càmbium: les xifres orientadores de profunditat del tall són: 1,5 cm amb arbres joves, 2,5 cm amb arbres intermedis, 4 cm arbres grans (figura 50).

L'amplada de l'anell ha de ser com a mínim de 7,5 cm, si bé amb arbres amb molt vigor vegetatiu (per exemple, *Populus alba*) i grans dimensions convé incrementar l'amplada fins a 10-12,5 cm (Glass, 2011). Reque & Bravo (2007) i Améztegui et al (2009) varen fer anells de 20 cm d'ample en rebolls de 15 cm de diàmetre i en faigs de grans dimensions, respectivament, mentre que Merceron et al (2016) van fer anells de 30 cm d'ample en negundos de 5-11 cm de diàmetre.

Figura 50 /

Anellat d'una sola banda en una pinassa (Pinus nigra). Foto: Jordi Camprodon.

Quant a l'alçada, l'anell s'ha de fer per sota de les branques més baixes, a una alçada que sigui còmoda per treballar. En el futur és probable que l'arbre es trenqui a l'alçada de l'anell (Lewis, 1998), per la qual cosa convé fer-lo a certa alçada (1,5-1,8 m) per deixar una soca alta que encara faci una funció des del punt de vista de la biodiversitat.

2. Època

Convé fer l'anellat a finals de primavera o principis d'estiu (entre juny i agost), ja que és quan el transport de saba és predominantment descendent i hi ha menys reserves a les arrels i menys capacitat d'emetre rebrots (Glass, 2011). En algunes espècies amb molt vigor i capacitat de rebrotar, es pot plantejar un tall al juny i tornar a l'agost per repassar possibles rebrots, i també tornar anualment per treure tots els rebrots que siguin emesos.

Convé evitar l'anellat a l'inici del període vegetatiu, quan el creixement del xilema és més actiu, per què la reacció de l'arbre és molt ràpida (Harris et al, 2004) i el flux de saba és predominantment ascendent (pujada de carbohidrats acumulats a les arrels i el tronc durant l'hivern), especialment en espècies de fulla caduca. També cal evitar l'anellat a la tardor-hivern, quan els nutrients són a les arrels.

4.3.3. Discussió pel mètode de l'anellat

En el tractament dels plataners anellats a la conca del Besòs pel LIFE ALNUS es podien apreciar una alta quantitat de rebrots durant el primer període vegetatiu post-anellat, just per sota del primer anell (part baixa més propera a la soca). No es van localitzar ponts de floema als anells. Els criteris de selecció i actuació establerts van ser els següents:

a) Criteri competència: l'arbre a anellar havia de ser vital i competir amb un o més d'un arbre autòcton amb capacitat de resposta (arbre de futur).

b) Criteri biodiversitat: l'arbre havia de ser viu, vital o amb símptomes de decaïment i preferentment ben conformat (per assegurar-ne l'estabilitat durant un ert temps). L'arbre havia de ser de bon port (diàmetre normal superior a 40 cm) per maximitzar els beneficis per a biodiversitat. La presència d'epífits descartava l'actuació. La presència d'indicis de cavitats podia ser un punt a favor de l'anellat, si es considerava que el decaïment podia acceptar-ne la formació.

4.4. Control químic d'espècies llenyoses

4.4.1. Introducció a la tècnica d'aplicació d'herbicida

L'aplicació d'herbicida és la tècnica de control més eficaç per a les espècies llenyoses rebrotadores d'arrel, com els ailants i les robínies. Cal tenir en compte que només la tallada d'aquestes espècies no en permet l'erradicació, i de fet, és una mesura contraproduent degut a la forta capacitat de rebrot de les arrels, el qual pot incrementar l'extensió ocupada per aquests individus. Per això resulta imprescindible aplicar herbicida, bé per via interna (endoteràpia) o via externa (via foliar o d'aplicació directa sobre en tall fresc a la soca), per induir la mort de les arrels. En molts casos i, sempre que sigui possible, cal fer prèviament una estassada manual selectiva amb la finalitat d'individualitzar cada peu per tractar i facilitar-ne l'accés. En aquesta operació s'ha d'evitar tallar els tanys més petits de les espècies a erradicar, per evitar el rebrot. Altrament dit, allà on hi ha bosquines amb arbres petits o de rebrot, l'efectivitat es pot veure limitada exclusivament als peus tractats, però la rebrotada pot ser intensa. En aquests casos caldrà efectuar un manteniment exhaustiu que implica un mínim de tres intervencions consistents en estassar el rodal i aplicar herbicida sobre les fulles quan el rebrot faci entre 40 i 60 cm d'alçada. El tractament es descriu de forma més detallada als Protocols de gestió de la flora exòtica invasora de la Diputació de Girona (2017).

4.4.2. Efecte del control químic per erradicar exòtiques invasores en el LIFE ALNUS

Les tècniques avaluades s'han adaptat a les característiques dels arbres:

- En arbres grans (CD>10): tractament per endoteràpia
- En arbres petits (CD<10): tractament per pinzellat
- En rebrots recents i espècies herbàcies de port elevat: tractament foliar

Aquestes intervencions es van aplicar sobre 1.458 arbres de la conca del Besòs, entre principis d'octubre i finals de novembre, aprofitant que les espècies a eliminar seguien essent fàcilment identificables (encara tenien fulles) i es trobaven en un procés de descens de la saba. Es descriu a continuació les tècniques de pinzellat i endoteràpia:

1. Pinzellat. Es talla l'arbre a la base (tall horitzontal) i es pinta immediatament la superfície del tall (abans de 15 minuts) amb un pinzell gruixut mullat en herbicida (glifosat tintat). En cas que aquesta intervenció no s'hagués pogut fer dins d'aquests 15 minuts, s'hauria de fer un nou tall horitzontal, per aconseguir un tall fresc. L'herbicida que es va aplicar va ser glifosat al 45%. Convé fer un repàs de l'eficàcia d'aquesta intervenció durant el següent període vegetatiu, per si ha hagut individus que hagin escapat d'aquest control o en els quals l'eliminació no hagi estat completament efectiva. El pinzellat és especialment recomanat per a robínia i negundo.

2. Endoteràpia. Injecció d'herbicida (glifosat punxat) dins el tronc. Aquest tractament és especialment recomanat per a arbres de més de 5 cm de diàmetre, i consisteix a fer diverses perforacions (en un angle de 45 graus) amb trepant a la base de la soca (a més diàmetre de soca, més perforacions). Un cop realitzats, es procedeix a introduir glifosat, en la concentració que indiqui el fabricant (una dosi recomanada és glifosat al 25%), en els forats realitzats. Un cop s'ha realitzat aquesta operació, i amb la seguretat que l'arbre està totalment mort, es procedeix a tallar-lo. En cas que hi hagi algun rebrot posterior s'haurà de repetir el mateix tractament.

4.5. Tractament d'espècies vegetals invasores a la conca del Besòs (LIFE ALNUS)

4.5.1. Àmbit i característiques generals de l'actuació

Es distingeixen dos sectors ecològicament diferenciats (figura 51):

1. Curs alt, que inclou l'eix Montseny-Bertí del riu Congost i alguns dels seus tributaris (Avencó, Vallcàrquera). És un espai que conserva un elevat grau de naturalitat tot i que les exòtiques hi són presents a trams i grups (trams 1 a 7).

2. Curs baix: a partir de la Garriga, on el riu transcorre per la plana vallesana. El grau de naturalitat és molt inferior pel fort impacte de les activitats agrícoles i industrials i una elevada densitat de població (Tram 8).

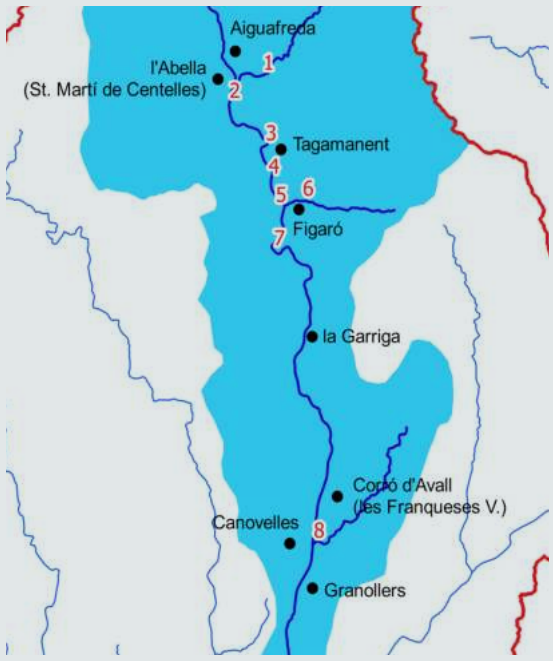


Figura 51 /

Ubicació de les 8 zones d'actuació dins la subconca del riu Congost. Font: Ajuntament de Granollers.

Plantejament bàsic de l'actuació

En funció de les dades prèvies existents, es plantejava actuar sobre unes espècies objectiu principals, concretament: *Acer negundo, Ailanthus altíssima, Arundo donax* i *Robinia pseudoacacia*. A partir de les dades de camp obtingudes durant el desenvolupament de l'acció es van definir unes altres espècies objectiu secundàries, que passaven desapercebudes inicialment, al formar part de l'estrat herbaci: *Araujia sericifera, Boussingaultia cordifolia, Buddleja davidii, Ligustrum japonicum, Parthenocissus quinquefolia, Senecio inaequidens i Tradescantia fluminensis*.

4.5.2. Tipologies d'intervenció segons la forma vital i les característiques de les espècies

Abans d'actuar, i en funció dels seus atributs biològics, es van definir 5 tipologies d'intervenció:

- *Espècies llenyoses que rebroten des de les arrels* (*ailant, acàcia, mimosa, etc.*). Protocol ja comentat a l'apartat 4.3.1.

- *Espècies llenyoses o herbàcies de port elevat que rebroten només des de la soca* (*negundo, plataner, budleia, raïm de moro, etc.*): a més de les tècniques d'anellat exposades anteriorment, per aquest grup existeixen dues opcions: el tractament químic de la mateixa manera que amb les espècies que rebroten d'arrel; o bé el tractament físic (arrencament de la soca amb excavadora o bé tibant amb una cadena lligada a aquesta). Aquesta segona opció resulta interessant pel fet de no comportar l'ús de fitocides. Per a aquestes espècies, amb una o dues actuacions de manteniment sol ser suficient. El protocol es descriu de forma detallada a: https://seu.ddgi.cat/web/recursos/document/3189/3293/Protocols_de_gestio_de_la_flora_exotica_invasora__Control_de_la_buddleia_CAT.pdf.

- *Lianes i plantes enfiladisses.* Per les seves característiques biològiques és imprescindible

començar estassant els exemplars, a ser possible poc després de la brotada de primavera. Posteriorment cal esperar la rebrotada, que a la primavera sol tenir lloc en tres setmanes, i aplicar herbicida a les fulles. Per a aquestes espècies sovint resulta necessari fer dues actuacions de manteniment.

- *Canyes i altres herbàcies rizomatoses de port elevat* (*bambú, canya, etc.*). Aquesta tipologia, que dins aquest projecte correspon sobretot a la canya, requereix una intervenció acurada per extreure els rizomes amb retroexcavadora. De forma prèvia caldrà estassar la part aèria, tot i que en indrets accessibles amb camió es poden retirar les tiges de forma mecànica. Si l'extracció dels rizomes es fa de forma acurada mitjançant un equip mixt amb maquinària i operaris manuals és possible que els treballs de manteniment siguin molt puntuals. Igualment, però, caldrà fer dues intervencions per controlar els possibles rebrots. El protocol es descriu de forma detallada a: http://www.agroambient.gva.es/documents/91061501/161549814/Bases+para+el+manejo+y+control+de+Arundo+donax+L.+%28ca%C3%B1a+com%C3%BAn%29/23237c3a-13e0-47d7-af00-2cbcaacb3ecb?version=1.1

- *Herbàcies en general* (*seneci del cap*). En aquests casos es recomana arrencar els exemplars un a un després de pluges o quan el sòl està moll, amb molta cura d'extreure completament les arrels. A ser possible s'actuarà a l'inici del període floració, quan l'espècie resulta aparent però encara no ha produït fruits ni llavors. El protocol es descriu de forma detallada a: http://mediambient.gencat.cat/web/.content/home/ambits_dactuacio/patrimoni_natural/especies_exotiques_medinatural/gestio_flora_invasora/miseria/Protocol_Miseria.pdf

4.5.3. Valoració de les actuacions al Congost

Es va aconseguir una eficiència considerable en el tractament d'EEI de port arbori en els trams prioritaris identificats en la fase de planificació descrits a l'apartat 4.2. També es va actuar amb èxit en nuclis detectats i considerats de major risc expansiu o en poblaments reduïts, on es podien extreure la totalitat dels individus. Aquest és el cas de *Buddleja davidii*, en els trams de torrencialitat i pedregositat elevada, on la capacitat expansiva de l'espècie és major. També es va ven detectar nuclis de noves espècies invasores a la conca del Besòs. Es el cas de la xia (*Salvia hispanica*). Se'n van extreure la totalitat dels individus localitzats procurant desarrelar-los completament. Un cas similar va ser l'extracció d'araujia (*Araujia sericifera*) en un rodal gran, però aïllat, ubicat a la confluència de la riera de Carbonell amb el Congost. Es considerà que aquesta és una espècie de control prioritari al ser poc abundant a la conca i perquè el nivell freàtic alt de la llera on es trobava constituïen un dels millors emplaçaments per reintroduir la verneda. Pel que fa a la canya, com que està molt estesa all llarg del Congost mitjà, es va actuar de forma molt selectiva i puntual, per mitjà de l'extracció de rizomes amb retroexcavadora (figura 52).

D'algunes de les espècies objectiu i sobre les que es va efectuar una vigilància específica no es va detectar cap exemplar. Per tant, no es va efectuar cap intervenció. És el cas *d'Alternanthera philoxeroides, Fallopia baldschuanica* (=*Polygonum aubertii, Bilderdykia aubertii*), *Ludwigia spp., Myriophyllum aquaticum* i *Pennisetum* spp. Entre les espècies herbàcies que no es van avaluar a l'estar àmpliament distribuïdes al riu Congost consten *Ambrosia coronopifolia, Artemisia verlotiorum, Aster squamatus, Bidens* sp., *Conyza* sp., *Cyperus eragrostis, Lippia* sp., *Oenothera* sp., *Polygonum* sp., *Senecio pterophorus, Stipa caudata, Stipa papposa* i *Xanthium italicum*. Si bé no va haver-hi un seguiment específic, si que es van erradicar quan es trobaven al costat de les EEI objectiu, com s'ha comentat abans.

Per altra banda, cal tenir en compte algunes espècies llenyoses exòtiques que no tenen un temprament invasor, però que es van escampant lentament pels espais fluvials. Es el cas d'*Acacia dealbata, Broussonetia papyrifera, Celtis australis, Gleditsia triacanthos, Koelreuteria paniculata, Ligustrum japonicum, Morus alba, Platanus x hispanica, Populus alba "pyramidalis", Prunus cerasifera, Salix babylonica* (i altres salzes hibridats), *Tamarix* sp. (varietats de jardineria), etc. Quan es van detectar dins els trams d'actuació també es van erradicar. Malauradament aquestes espècies han estat i encara són utilitzades sovint en jardineria, pel que la seva expansió és molt possible que es mantingui els propers anys. Seria convenient limitar o prohibir el seu ús en jardineria a favor d'espècies autòctones.

Després de les actuacions del projecte es va avaluar la situació de cada una de les espècies vegetals objectiu al riu Congost, amb els resultats que s'exposen a continuació. Aquestes dades son valuoses per donar continuïtat a les accions del LIFE ALNUS.

- *Acer negundo.* Tant en aquest projecte com en intervencions anteriors d'altres iniciatives, es van eliminar la majoria de peus de l'Alt Congost, on sempre ha estat escassa. Encara resta algun exemplar isolat en altres trams i a més és una espècie plantada prop del riu a diversos punts. Atès que és una planta invasora encara no consolidada al Congost es recomana eliminar de forma exhaustiva tots els peus que es puguin detectar, especialment els exemplars femella.

- *Ailanthus altissima.* Les intervencions sobre aquesta espècie van assolir una reducció significativa de la seva presència en l'àmbit fluvial en el tram alt del Congost, si bé hi ha rodals més enllà d'aquest àmbit (figures 52 i 53). A la confluència del riu Congost i la riera Carbonell es van eliminar tots els exemplars adults, però dos anys després d'efectuar els treballs, la rebrotada de les arrels dels arbres tractats va ser intensa. En conseqüència, es va fer una segona actuació d'aplicació foliar d'herbicida. En el conjunt dels rodals, el tractament d'herbicida va suposar un èxit del 85% (taula 3).En un tram on ailant formava bosquines molt denses es va idear un mètode alternatiu. La intervenció va consistir en extreure amb maquinària les soques i el sistema radicular, les restes de les quals es van traslladar a un abocador controlat. Es va tractar amb herbicida la rebrotada. Encara resten rodals puntuals sense tractar a la Garriga i centenars d'exemplars al tram de Llerona i a Canovelles. Caldria eliminar de forma exhaustiva tots els exemplars femella productors de llavors i així contenir la seva proliferació. Això comprèn alguns exemplars plantats al passeig fluvial de Canovelles, on només es van eliminar en el tram més proper al nucli urbà. Els ajuntaments de Granollers i de Canovelles estan treballant conjuntament per no plantar aquesta espècie com a arbre ornamental i anar substituint els peus existents per espècies no invasores. L'alta capacitat de rebrotada d'arrel dels ailants és un factor de resiliència a tenir en compte i que pot implicar tractaments complementaris.

Figura 52 /

Obertura de forats en ailants després d'una desbrossada selectiva i injecció d'herbicida. Fotos: Aprèn serveis ambientals.

Figura 53 /

Treballs de tala d'un ailant després d'haver estat tractat. Vista de l'ailant tombat, abans de ser retirat. Fotos: Aprèn serveis ambientals.

- *Araujia sericifera*. Es va intervenir sobre els dos rodals detectats als marges del Congost en el tram de la plana. La rebrotada va ser molt local. És una espècie en expansió a la plana del Vallès, on sovint colonitza tanques d'horts i jardins. Atès que és una espècie invasora encara no consolidada al Congost convindria estassar tots els exemplars que es puguin detectar abans no facin fruits.

- *Artemisia annua*. Espècie herbàcia anual citada per primera vegada del Congost el 2017. En els darrers anys les seves poblacions s'han incrementat de forma molt important, especialment a partir dels codolars i espais lliures originats amb l'aiguat del temporal Glòria (2020). A partir de llavors, han esdevingut una de les EEI més abundants en el tram entre la Garriga i el Besòs. Si bé es va arrencar a les zones d'actuació del LIFE ALNUS, resulta evident que és una espècie invasora totalment fora de control. El seu impacte ambiental és important perquè amb el seu creixement exuberant ha transformat en herbassars els codolars i els espais oberts que tenien una fauna i flora específica.

- *Arundo donax.* Les intervencions sobre aquesta espècie van permetre assolir una reducció significativa en tres trams marcats com a prioritaris (figura 55). Tot i que en les darreres dècades ha estat eliminada de diversos trams encara és molt abundant a tot el Congost, especialment des del nucli urbà de la Garriga i aigües avall. Enfront el titànic esforç que representa eliminar la canya del conjunt del Congost, és recomanable centrar l'atenció en erradicar-la totalment dels trams on encara té una presència incipient, per així limitar la seva expansió.

Figura 54 /

Rodal de canyes abans i durant l'extracció dels rizomes. Fotos Aprèn serveis ambientals.

- *Boussingaultia cordifolia* (= *Anredera cordifolia*). Es va estassar l'únic rodal detectat. Pel seu potencial transformador dels hàbitats i perquè encara no és una espècie consolidada al Congost, es recomana estassar tots els exemplars abans no facin fruits.

- *Buddleja davidii.* Es van arrencar i tractar amb herbicida prop d'un centenar de peus al tram alt de Tagamanent (figura 55). El tractament amb herbicida va tenir un èxit del 98% (taula 3). Fa uns anys va ser objecte d'una intervenció exhaustiva de control a Sant Martí de Centelles. Presenta un nucli important en un jardí d'Aiguafreda, que actua com a nucli de dispersió. Se'n troben exemplars isolats per tot el Congost, especialment aigües amunt de la depuradora de Tagamanent. Convindria mantenir-la sota control al tram alt i arrencar tots els peus que es puguin detectar aigües avall, especialment als codolars i salzedes arbustives, els hàbitats més amenaçats per la seva proliferació. A partir de les observacions i indicacions del projecte LIFE ALNUS, la Generalitat de Catalunya té previst efectuar una intervenció exhaustiva mitjançant Forestal Catalana.

Figura 55 /

Exemplars de budleia marcats per al seu tractament amb endoteràpia (dreta). Fotos: Aprèn serveis ambientals.

- *Cortaderia selloana*. No es detectà cap exemplar dins els trams d'actuació. Però es té constància de la seva presència en alguns punts del Congost i en erms de l'entorn. Pel seu potencial transformador dels hàbitats i perquè encara no és una espècie consolidada es recomana arrencar tots els exemplars que es puguin detectar.

- *Helianthus tuberosus.* S'arrencaren alguns exemplars dins els trams d'actuació. No obstant, és una espècie molt abundant a tot el Congost, que ha depassat clarament la viabilitat de control. Es recomana prendre mesures per evitar la seva proliferació allà on es facin obres i intervencions. La seva expansió es pot limitar afavorint la bardissa, que hi competeix activament.

- *Lonicera japonica*. Les intervencions sobre aquesta espècie van assolir una reducció significativa a Tagamanent. No es va detectar cap més rodal, però és una espècie en expansió, pel que no es pot descartar que es detectin nous rodals. Pel seu potencial transformador dels hàbitats i perquè encara no és una espècie consolidada al Congost es recomana estassar tots els exemplars abans no facin fruits.

- *Parthenocissus quinquefolia*. Es va assolir una reducció significativa a la riera de Vallcàrquera. Pel seu potencial transformador dels hàbitats i perquè encara no és una espècie consolidada al Congost es recomana estassar tots els exemplars abans no facin fruits.

- *Phytolacca americana*. Ne es detectà als trams d'actuació. És abundant, però, en algun tram del pla de Llerona, des d'on podria colonitzar pollancredes i boscos de ribera. Pel seu potencial transformador dels hàbitats i perquè encara no és una espècie consolidada al Congost es recomana estassar o arrencar tots els exemplars abans no facin fruits.

- *Robinia pseudoacacia.* Es va assolir una reducció significativa a la riera de l'Avencó, a Tagamanent i al Figaró. El tractament amb herbicida va suposar un èxit del 72%, amb només una única aplicació. Els percentatges de rebrot eren inexistents o discrets (taula 3). En alguns casos, la tala i retirada d'acàcies de grans dimensions ubicades al talús fluvial va comportar una intervenció de notable complexitat tècnica. Tot i ser encara abundat en alguns trams de Tagamanent i de la Garriga no sembla en expansió. Es recomana eliminar els exemplars isolats, sempre amb tractament amb herbicida. Cal evitar les estassades, que afavoreixen una rebrotada vigorosa.

- *Senecio inaequidens.* S'arrencaren centenars de peus en codolars de Tagamanent i del tram pròxim a la riera de Carbonell. En general no és molt abundant, si bé és una espècie oportunista que pot experimentar importants fluctuacions poblacionals. Es recomana arrencar els exemplars a la primavera, abans no facin fruits, en aquells trams on es facin intervencions de manteniment i/o millora de l'espai fluvial, i així mantenir les seves poblacions controlades.

- *Tradescantia fluminensis.* Es va eliminar l'únic rodal detectat, sota el pont de la via del tren a les Franqueses. Es té constància de la seva presència en altres punts, per exemple al torrent de Malhivern i a la font d'en Mau a la Garriga. Pel seu potencial transformador dels hàbitats i perquè encara no és una espècie consolidada al Congost es recomana eliminar-ne tots els rodals.

- *Ulmus pumila.* No se'n detectà cap exemplar, però és una espècie clarament en expansió als trams fluvials dels nuclis urbans de la Garriga i Granollers, a partir d'exemplars plantats als marges. Pel fet que és una planta invasora amb nuclis isolats, es recomana eliminar tots els rodals. Aquesta espècie sovint és confosa amb l'om autòcton (*Ulmus minor*), pel que moltes vegades passa desapercebuda i és ignorada en les actuacions de millora dels hàbitats fluvials. A la pàgina web del projecte LIFE Olmos vivos (https://www.olmosvivos.es/genero_ulmus) es pot obtenir informació detallada de com distingir aquesta espècie exòtica invasora dels oms autòctons.

Taula 3 / **Resultats dels tractaments amb herbicida als rodals LIFE ALNUS. CD: classe diamètrica en cm. Font: CTFC.**

Tram fluvial	Rodals d'actuació	Espècies tractades	Nombre d'arbres tractats	Tipus de tractament	Mortalitat (%)
Riera de Càno-ves	1	*Robinia pseudoacacia*	38 (CD10-35)	pinzellats	100
Riera de l'Avencó	1	*Robinia pseudoacacia*	53 (CD10-20)	arbres grans tractats amb endoterapia i peus petits pinzellats	-
		Ailanthus altissima	2 (CD10)		-
L'Abella	2	*Buddleja davidii*	14	Foliar	100
La Torre	3	*Robinia pseudoacacia*	245 (CD10-20)	arbres grans tractats amb endoterapia i peus petits pinzellats. Foliar	70
		Buddleja davidii	35		95
Tagamanent	4	*Robinia pseudoacacia*	185 (CD10-20)	arbres grans tractats amb endoterapia i peus petits pinzellats. Foliar	80
		Ailanthus altissima	23 (CD10-15)		85
		Buddleja davidii	2		100
Santa Eugènia del Congost	5	*Robinia pseudoacacia*	190 (CD10-20)	arbres grans tractats amb endoterapia i peus petits pinzellats.	30
		Ailanthus altissima	90 (CD10-15)		80
Riera de Vallcàr-quera	6	*Ailanthus altissima*	155 (CD10-15)	bres grans tractats amb endoterapia i peus petits pinzellats	80
		Robinia pseudoacacia	25 (CD10-20)		70
Gallicant	7	*Ailanthus altíssima*	125 (CD10-15)	arbres grans tractats amb endoterapia i peus petits pinzellats.	80
		Robinia pseudoacacia	10 (CD10-20)		80
Granollers-Les Franqueses del Vallès-Canonvelles	8	*Ailanthus altíssima*	226 (CD5-35)	Entre arbres grans tractats amb endoteràpia, peus petits pinzellats (i rebrots tractats amb aplicació foliar directe)	100
TOTAL		***Robinia pseudoacacia* (*746*)** ***Ailanthus altissima* (*661*)** ***Buddleja davidii* (*51*)**		**1.458 peus tractats**	

A partir de les observacions efectuades es constata que la conca del Besòs, en especial en els cursos fluvials de plana al·luvial, com el Congost i el Mogent, presenta una gran vulnerabilitat a les invasions de flora exòtica per diversos motius:

1. Els espais fluvials han estat molt transformats, tant des del punt de vista físic i hidrològic com per contaminació química.
2. Amb l'excepció dels trams de capçalera, és una conca amb un elevat nivell d'antropització.
3. És un territori on les gelades són ocasionals i poc intenses pel que, a diferència de les altres conques del LIFE ALNUS, poden proliferar diversos tàxons vulnerables a les fredorades. És el cas, per exemple de *Araujia sericifera, Boussingaultia cordifolia* o *Tradescantia fluminensis*. Això fa incrementar encara més el nombre d'espècies de flora que poden envair els espais fluvials.

Conclusions i recomanacions generals sobre la gestió de la flora invasora

Després de l'experiència assolida i d'avaluar els resultats de les nombroses intervencions sobre flora invasora del projecte LIFE ALNUS, es poden establir algunes conclusions i recomanacions clau per aplicar en projectes i/o plans de control de flora invasora en boscos de ribera, tant a escala de conca com de tram fluvial:

En la fase de planejament i/o redacció del projecte

1. El primer pas de qualsevol projecte o estratègia de control de flora invasora és efectuar un inventari detallat d'espècies exòtiques presents a l'espai fluvial i avaluar la seva abundància i distribució. També convé disposar d'informació sobre tendències poblacionals, malgrat pot ser difícil d'obtenir, llevat dels casos on es faci un seguiment a mitjà termini dels hàbitats. En seria un exemple la línia de seguiment de vegetació de ribera de la Fundació Rivus.

2. En cas que el projecte es limiti a un tram concret, cal ampliar l'estudi a la seva zona d'influència, especialment aigües amunt, per així reduir la capacitat de dispersió aigües avall.

3. Determinar les espècies objectiu principals i secundàries, tant per a tot l'àmbit d'actuació com per a trams específics.

4. Convé prioritzar les espècies indicades a la legislació vigent i/o considerades invasores al Sistema d'Informació d'Espècies Exòtiques de Catalunya (EXOCAT).

5. Independentment dels resultats de l'avaluació de riscos i de la legislació i/o bibliografia prèvia, és important considerar l'observació experta de camp. Un exemple notable en aquest sentit es l'om siberià (*Ulmus pumila*) al Congost. Aquesta espècie no es considera prioritària a la majoria de treballs, però en les observacions de camp del LIFE ALNUS es va determinar que en els trams de plana al·luvial té una capacitat invasiva i d'alteració dels hàbitats riparis molt elevada, afavorida pel fet que durant les darreres dècades del segle XX es va plantar de forma massiva a l'entorn del riu Congost per sota de la Garriga.

6. Per a una major eficiència en el control d'EEI, es recomana prioritzar les espècies de presència puntual a la conca i/o amb nuclis incipients de colonització (sobretot si són exemplars arboris amb un port notable), les quals és factible erradicar localment. També resulta més eficient actuar en peus o grups d'invasores on la vegetació de ribera autòctona és dominant. Els tractaments tenen més èxit quan la cobertura arbòria i/o arbustiva alta és prou densa com per reduir la resiliència de les invasores. La vegetació autòctona pot cobrir l'espai alliberat per creixement vertical i lateral de les capçades i per regeneració sexual o vegetativa. En conseqüència, dificulta la recolonització de l'espai per la vegetació exòtica, sobretot la de temperament heliòfil, com la robínia.

7. Si hi ha recursos disponibles, és convenient restaurar l'espai alliberat d'espècies exòtiques amb vegetació autòctona adequada a l'estació ecològica i de plançons o estaques procedents de llavors del mateix tram o conca.

8. Per a espècies àmpliament distribuïdes aplicar estratègies de confinament, eliminant nuclis isolats i/o fronts d'expansió.

9. Prioritzar les espècies que presenten més risc per als hàbitats objectiu del projecte, tot considerant la seva forma vital i característiques ecològiques. En el cas de les vernedes i boscos de ribera en general, s'ha determinat que la forma biològica amb més potencial de transformació de l'hàbitat són les lianes, atès que es veuen poc afectades per la competència d'espècies llenyoses autòctones i poden colonitzar rodals d'hàbitat ben conservat. En segon lloc hi hauria les espècies herbàcies entapissants tolerants a l'ombra. En canvi, les clarianes del bosc de ribera són fàcilment colonitzables per espècies heliòfiles, com ailants i robínies.

10. Prioritzar les intervencions en Reserves Naturals Fluvials i/o trams amb especial interès de conservació, en espacial aquells on existeix el compromís d'una administració o entitat en un projecte de control de flora invasora. Cal tenir en compte les actuacions puntuals contra la flora invasora sovint assoleixen resultats molt parcials i en poc temps aquestes espècies tornen a envair la zona. Un manteniment de les actuacions a llarg termini és, doncs, necessari.

11. Prioritzar els trams de capçalera, atès que moltes espècies invasores es propaguen de forma preferent aigües avall. Eliminar els nuclis de capçalera minimitza el risc de reinvasió dels trams on ha estat eliminada.

12. Per a aquelles espècies no considerades als llistats del punt anterior, però de les quals se sospita que poden ser invasores, es recomana fer una avaluació de riscos segons el *Manual per a l'Anàlisi de Riscos d'espècies exòtiques per a plantes, animals terrestres i animals aquàtics* (Rotchés-Ribalta & Pino, 2021). Per a aquells rodals d'intervenció dubtosa convé aplicar el *Manual de Valoració i Priorització d'Actuacions de Gestió d'Espècies Exòtiques Invasores* (Rotchés-Ribalta et al., 2021).

13. En la redacció de documentació és important indicar les sinonímies de les espècies exòtiques per evitar confusions o males interpretacions. Cal tenir en compte que en alguns casos presenten una notable complexitat nomenclatura. Un exemple seria la Vinya del Tibet, que es pot anomenar com a *Fallopia baldschuanica*, *Polygonum aubertii* i *Bilderdykia aubertii*.

Per a la selecció dels mètodes d'intervenció

14. En funció de la forma vital i característiques de cada espècie cal seleccionar el protocol de control adequat. A grans trets es pot diferenciar entre aquestes tipologies vegetals: *espècies llenyoses que rebroten des de les arrels* (*ailant, acàcia, mimoses, etc.*); *espècies llenyoses o herbàcies de port elevat que rebroten només des de la soca* (*negundo, plataners, eucaliptus, budleia, raïm de moro, etc.*); *lianes i plantes enfiladisses*; *canyes i altres herbàcies rizomatoses de port elevat* (*bambú, etc.*)*; herbàcies en general* (*seneci del cap*)*, tot distingint entre espècies anuals i perennes*.

15. Es pot consultar un llistat exhaustiu de mètodes segons cada espècie i tipus biològics a les següents pàgines web seleccionades:

- https://mediambient.gencat.cat/ca/05_ambits_dactuacio/patrimoni_natural/especies_exotiques_invasores/llista-especies/
- https://www.ddgi.cat/web/servei/5977/-protocols-de-gestio-de-la-flora-exotica-invasora
- https://www.biobserva.com/stopinvasoras/content/protocolos
- https://www.invasoras.pt

16. Per a les espècies que rebroten d'arrel, especialment en el cas de *Robinia pseudoacacia*, l'aplicació d'herbicida amb endoterapia, en general, només és efectiva quan hi ha la competència d'altres espècies arbòries i/o arbustives, o bé quan al rodal només hi ha exemplars adults. En bosquines amb rebrots petits el procediment menys costós és fer primer una estassada completa dels exemplars, tot respectant les espècies autòctones que hi competeixen, i aplicar puntualment herbicida foliar sobre el rebrot. No obstant, en la mesura del possible s'intentarà minimitzar l'ús d'herbicides.

17. La tècnica de l'anellat requereix de personal tècnic qualificat, tant en el moment del marcatge, com en el moment de l'execució del tractament.

18. La tècnica del doble anellat fi, malgrat el manteniment dels rebrots, és una tècnica pràctica i senzilla per generar fusta morta en peu. Els costos són baixos en treballs on es requereix certa cura en les actuacions d'abatiment i tractaments en espais fluvials.

19. L'anellat proveeix una entrada puntual de llum al sistema, que pot afavorir espècies d'interès que estiguin en competència amb l'arbre anellat o en el seu subvol. No obstant, també pot afavorir la regeneració d'exòtiques, per la qual cosa caldrà fer un seguiment.

En l'execució dels treballs

20. Cal tenir una cura especial en respectar les espècies autòctones que puguin competir amb les espècies invasores. Per això a les zones d'intervenció s'ha de minimitzar l'afectació sobre la vegetació i el sòl, tant en els treballs mecànics com en l'aplicació dels herbicides. En aquest sentit, la comunitat vegetal més interessant a mantenir és la bardissa d'esbarzer (*Rubus ulmifolius* i altres), que pot contenir la proliferació d'espècies herbàcies (per exemple és una de les úniques eines per limitar la nyàmera, *Helianthus tuberosus*). Es coneixen molt exemples de trams fluvials on la flora exòtica invasora ha proliferat, si els "treballs de manteniment de lleres" han estassat la bardissa.

21. Es recomana prioritzar la mort en peu de les femelles en aquelles espècies que tenen individus mascles i femelles i que es disseminen sobretot per les llavors (*Acer negundo* i *Ailanthus altissima*). Sobretot quan formen rodals molt extensos i costosos d'eliminar. L'eliminació selectiva de les femelles també fa que aquestes tinguin més dificultats per rebrotar, atès que l'espai es manté dominat pels exemplars masculins que s'han respectat.

22. Els treballs de manteniment han de contemplar un mínim de dues intervencions durant el primer any després dels treballs.

Riba amb robínies (*Robinia pseudoacacia*) a la vorada del bosc, on la major insolació permet que proliferin. Riu Ter a Torelló (Osona) / Foto: Jordi Bas.

Restauració del transport de sediments i de la inundació lateral amb la retirada de la canalització i d'una resclosa obsoleta (riu Congost a Granollers, conca del Besòs) / Foto: Aprèn serveis ambientals

5 /

RECUPERACIÓ D'ESPAIS FLUVIALS A L'ÀMBIT URBÀ. EL RIU CONGOST A GRANOLLERS

5 / RECUPERACIÓ D'ESPAIS FLUVIALS A L'ÀMBIT URBÀ. EL RIU CONGOST A GRANOLLERS

Xavier Romero

Ajuntament de Granollers

5.1. Introducció

La ciutat de Granollers, amb 62.475 habitants (2021), està situada sobre la terrassa fluvial del riu Congost (conca del Besòs) i és la capital de la comarca del Vallès Oriental a Catalunya (figura 56). El municipi conforma una conurbació amb Canovelles, les Franqueses del Vallès i la Roca del Vallès que suma un total de gairebé 110.000 habitants. La seva ubicació privilegiada, trenta quilòmetres al nord de Barcelona, ha permès la creació d'un node destacat de comunicacions i un potent sector industrial i comercial.

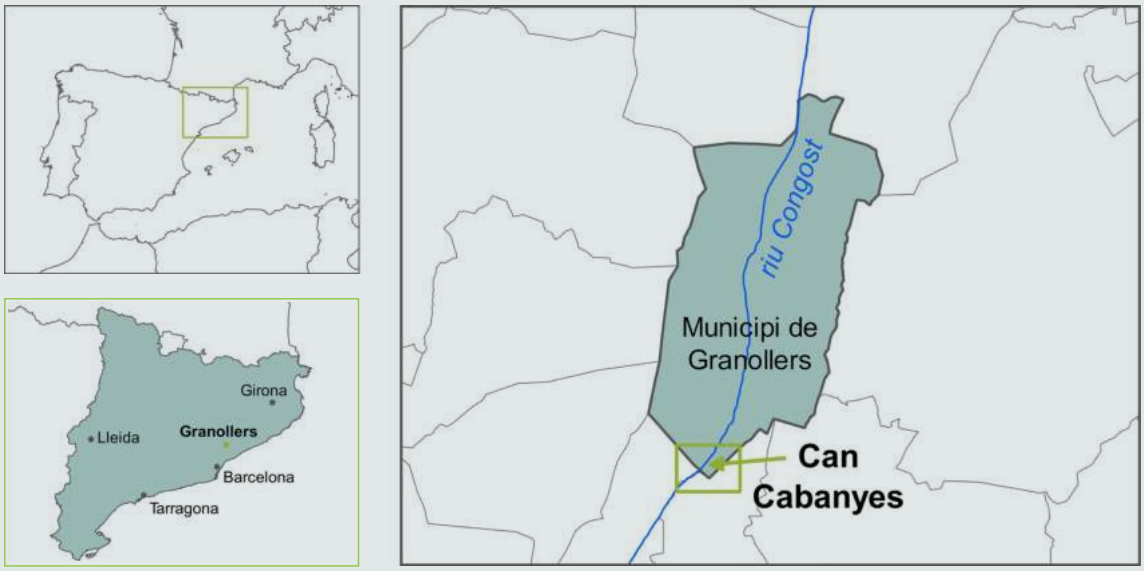


Figura 56 /

Mapa de la ubicació de Granollers en el conjunt de Catalunya i la península Ibèrica. Font: Ajuntament de Granollers.

Granollers és un municipi reconegut per la seva llarga trajectòria en projectes de gestió ambiental i restauració socioecològica. La seva vinculació amb la natura ve de lluny; el seu topònim, que apareix citat per primera vegada l'any 944, prové de l'abundància de granotes que habitaven les basses i els aiguamolls que formaven el riu Congost. *Granolles* significa *granotes* en català antic.

El municipi de Granollers es va caracteritzar per una forta tradició agrícola i comercial fins a mitjans del segle xx. A partir d'aquell moment, la seva població va experimentar un ràpid creixement que va generar desordre urbanístic i va provocar problemes socioambientals: degradació dels entorns naturals, pèrdua progressiva de l'activitat agrícola i deteriorament de la salut ambiental de la ciutat, entre d'altres.

El principal afectat per aquest procés va ser el riu Congost. La degradació del llit fluvial era molt palesa a principis dels anys vuitanta del segle passat i l'únic remei possible era la instauració d'una nova governança territorial que adoptés mesures d'urgència per restaurar els paratges deteriorats a causa d'activitats irregulars, com els abocaments de residus i l'horticultura incontrolada.

Per aquest motiu, l'Ajuntament de Granollers va iniciar l'any 1999 un gran procés de restauració ambiental centrat al voltant del riu Congost. Aquest va ser el punt de partida per a una gran transformació municipal que es va expandir més enllà de l'espai fluvial. Any rere any, s'han succeït programes de preservació de la llera del riu i les zones verdes de ribera fins a crear una infraestructura verda urbana de primer nivell que té com a punt central el corredor verd i social del riu Congost. Aquestes actuacions s'han dut a terme gràcies al finançament municipal, a més del suport dels fons europeus, les ajudes estatals i les subvencions regionals.

5.2. Procés de restauració fluvial

El Congost és un riu de règim intermitent mediterrani que té una longitud total de 44 km i una conca de 221,9 km². Al seu pas per Granollers travessa el municipi de nord a sud al llarg de 6,7 km i n'esdevé la seva columna vertebral verda. Poc després de la seva sortida del municipi, el Congost conflueix amb el riu Mogent i acaben formant el riu Besòs.

En la seva morfologia original, el Congost circulava fent meandres i dividint-se en braços canviants després de les crescudes. No obstant això, les primeres fotografies de fa gairebé un segle ja mostren un riu lliure però sense arbres de ribera, signe inequívoc que l'impacte humà ve de lluny (figura 57).

Figura 57 /

Panoràmica del riu Congost i la ciutat de Granollers del 1924. Font: Joan Guàrdia / Arxiu Municipal de Granollers.

L'expansió industrial i demogràfica de Granollers els anys seixanta i setanta va tenir un fort impacte en els sistemes fluvials. La causa principal va ser l'absència de depuració de les aigües residuals generades per l'activitat humana (habitatges, indústries, agricultura...), que va acabar eliminant qualsevol vestigi de vida al riu i el va convertir en una claveguera a l'aire lliure.

A aquest fet se li va sumar la por a les inundacions. El Congost és un riu poc cabalós amb molta irregularitat i torrencialitat. El seu cabal ordinari és de 0,56 m³/segon, però poden produir-se crescudes sobtades i inundacions riberenques, com les registrades els anys 1943, 1944 (amb pluges contínues durant 61 hores, la plana al·luvial inundada gairebé un quilòmetre i un cabal de crescuda estimat de 1.500 m³/segon), 1962, 1994 i 2020.

Arran precisament de les inundacions del 1962, es va decidir canalitzar el riu. Com a primera contenció es va construir un talús amb restes de demolicions per frenar els efectes de les riuades. Posteriorment, la Direcció General d'Obres Hidràuliques del Ministeri d'Obres Públiques i Urbanisme va construir un mur de formigó als dos marges del riu entre els anys 1974 i 1979. Aquests projectes de canalització, però, no van tractar el riu com un espai viu i no es va aplicar cap mena de pràctica respectuosa amb el medi ambient.

Amb la canalització es va guanyar terreny al riu, que es va aprofitar per construir-hi nous barris, vies de comunicació, indústries i instal·lacions de línies elèctriques. A més, les zones més properes al mur van ser envaïdes per horts incontrolats. El paisatge fluvial es va transformar radicalment amb una reducció de la superfície del llit fluvial de 45,03 ha a 25,34 ha.

L'alt grau d'artificialització del riu Congost feia impossible la recuperació del seu estat natural. A poc a poc, però, van aparèixer partidaris de retornar la vida al riu que van poder alinear un seguit d'oportunitats i conformar una proposta sòlida de recuperació del riu.

5.2.2. Primeres iniciatives i intents de recuperació

L'any 1984 es produeix el punt d'inflexió per a la recuperació de l'ambient fluvial del Congost. Es va aprovar el Pla general d'ordenació urbana de Granollers, revisat posteriorment el 1993, que ordenava el creixement urbanístic i posava fre a l'ocupació desmesurada de sòl. Mentre que el planejament anterior preveia la construcció de dues vies de gran capacitat al costat dels murs del riu que travessaven longitudinalment Granollers de nord a sud, el Pla general del 1984 va apostar per la creació d'una xarxa de parcs urbans al marge esquerre. A més d'això, diverses àrees de gran valor natural, com el pla de Palou i les serres de Llevant i de Ponent, van ser declarades sòls no urbanitzables.

Per recuperar la qualitat de l'aigua dels rius es van concertar plans de sanejament promoguts pel Govern de Catalunya des del 1983. Granollers no va posar en funcionament la seva estació depuradora d'aigües residuals fins al 1992. En els seus inicis va ser una instal·lació amb capacitat de tractament primari fisicoquímic, fins que les seves ampliacions del 1998 i 2008 la van dotar de processos biològics amb digestió anaeròbia i reducció de nitrogen i fòsfor per a una capacitat hidràulica de fins a 30.000 m³/dia. La depuradora de Granollers forma part de la xarxa de depuradores del Congost juntament amb els sistemes de la Garriga (1992), Centelles (1993), Montornès del Vallès (1994) i Tagamanent (1996). L'organisme que gestiona aquestes depuradores és el Consorci Besòs-Tordera, un actor clau en tot el procés de recuperació del riu Congost.

Els primers intents de recuperació del riu Congost es van produir el 1994 quan es va enverdir el tram més proper al centre de la ciutat com si fos un parc urbà més. El diari local *El 9 Nou*, en la seva edició del 13 de juny del 1994, explicava que es tractava d'una recuperació d'un espai de la ciutat per a l'esbarjo, lluny del fum de les fàbriques i del soroll dels cotxes. Amb el nom de la «Festa del Riu», es van organitzar activitats escolars, l'enlairament d'un globus aerostàtic i actuacions musicals. Malauradament, el 10 d'octubre de 1994, després d'uns dies de pluja en què es calcula que van caure 200 litres/m² a la capçalera del Congost, va tenir lloc l'episodi d'inundació més important en dècades que va arrasar tot el nou enjardinament del riu Congost a Granollers.

5.2.3. La canalització del Congost al seu pas pel centre de Granollers

S'arriba a les acaballes del segle XX amb una ordenació urbanística fluvial adequada, una bona qualitat de les aigües i alguna experiència de gestió poc recomanable. S'havien establert els fonaments cap a la recuperació integral del riu, però encara s'emprendria una iniciativa que afectaria la seva naturalitat per sempre: la canalització del riu al seu pas pel centre de la ciutat.

Entre el 1998 i el 1999 es va canalitzar el curs d'aigües baixes del Congost per evitar els efectes de les riuades i reforçar el valor paisatgístic de l'espai fluvial al seu tram més urbà. En aquell moment es van promocionar les obres com de recuperació ambiental, però, d'acord amb els estàndards actuals, ara es consideraria una actuació d'enginyeria hidràulica amb una contribució ambiental qüestionable. Les obres van centrar el curs ordinari del riu en un llit fluvial de només 20 metres d'amplada al llarg de 3,5 quilòmetres de riu al tram més urbà. Va tornar a ser un projecte sense actuacions efectives de protecció de l'ecosistema fluvial, que va consistir en la instal·lació de dos marges d'escullera granítica soterrada i la construcció de travesses de formigó, que creuaven el curs del riu cada seixanta metres per reduir la velocitat de l'aigua i afavorir la sedimentació (figura 58). Posteriorment, s'ha considerat una bona actuació de protecció en inundacions menors, però malauradament va suposar la fixació del riu i, per tant, l'eliminació de gran part de la dinàmica fluvial que enriqueix tot l'hàbitat.

Figura 58 /

Canalització del riu Congost al seu pas pel nucli urbà l'any 2018. Foto: Jordi Camprodon.

5.2.4. Ajuts estructurals per recuperar l'entorn fluvial

Sense cap mena de dubte, la primera intervenció veritable de recuperació ambiental de l'entorn fluvial va ser el tancament de l'antic abocador de residus de Palou. Aquesta instal·lació, que va estar operativa fins al 1985, havia esdevingut el principal problema ambiental del municipi. Les avaluacions realitzades per la Diputació de Barcelona l'any 2000 van constatar l'efecte perjudicial de les filtracions de lixiviats de l'abocador a l'aqüífer i a les aigües superficials del riu Congost. La solució va consistir a construir una pantalla impermeable de ciment i bentonita a tot el perímetre de l'abocador per impedir el contacte dels lixiviats generats pels residus amb les aigües al·luvials. Les obres es van dur a terme des del 2002 fins al 2003 i van ser finançades pel Fons de Cohesió de la Unió Europea i la Junta de Residus de Catalunya.

El projecte de tancament de l'abocador es va complementar amb un projecte molt complet d'infraestructures per a la recuperació social de l'entorn fluvial, que també va rebre finançament de l'Agència Catalana de l'Aigua. Es van condicionar vuit quilòmetres de camí fluvial des del final de la ciutat fins a l'abocador restaurat, habilitant un pont de vianants a mig camí i un gual de vianants a la zona de l'antic abocador que permetien la realització d'un itinerari circular pels dos marges del riu.

El desenvolupament d'aquest projecte va comportar el desmantellament dels horts incontrolats de tota la ribera fluvial. Era una actuació delicada a causa de la funció social que compleix aquest tipus d'horticultura. La solució va ser la creació d'un equipament municipal d'horts familiars on els horticultors desallotjats van poder continuar exercint el cultiu agrícola en parcel·les de 150 m².

5.2.5. Projectes específics de recuperació de l'hàbitat

Un cop implementats els projectes de caràcter més estructural, es va donar pas a propostes que tenien com a finalitat més específica la naturalització del riu i el foment de l'hàbitat de ribera mediterrània.

Entre els anys 2007 i 2008 es van fer les primeres restauracions fluvials d'envergadura. Es van tractar les problemàtiques de la manca de vegetació de ribera, l'estabilització de talussos i la lluita contra les espècies invasores. Per recuperar la coberta arbòria i arbustiva de ribera, es van crear zones de plantació d'espècies autòctones en ubicacions properes al nivell freàtic per disminuir els esforços de regs de manteniment. Es van plantar un total de 2.022 plantes en tasques executades per empreses especialistes, que es van complementar amb una plantació popular d'unes 400 plantes amb la participació de 258 persones. D'altra banda, es van emprar tècniques de bioenginyeria per accelerar els processos naturals d›estabilització en marges erosionats i recuperar la biodiversitat en alguns trams del llit fluvial exposats a crescudes ordinàries. Es van realitzar proves pilot de trenats vius, feixines vives, enfeixinats de rotlle estructurat de fibra de coco, geomalles vegetalitzades i herbassars estructurats, etc. Els resultats de gran part de les tècniques van ser satisfactoris, especialment les accions encaminades al control de l'erosió; només les accions de revegetació amb bioenginyeria a zones de gran mobilitat de la llera van resultar menys profitoses, ja que en anys posteriors es van veure afectades per riuades. L'última gran acció d'aquesta primera fase de projectes de recuperació ecològica van ser les tasques d'erradicació de la canya (*Arundo donax*). Es van retirar 2.250 m² d'aquesta espècie exòtica mitjançant accions mecàniques de desbrossament de la part aèria de la planta i subsolat de 50 centímetres de profunditat per a la recollida dels rizomes subterranis. Aquestes operacions es van executar amb maquinària i posteriorment es va procedir a un repàs manual per retirar les petites restes de rizoma que afavoreixen el rebrot de la canya. Aquesta tècnica o d'altres similars han permès un bon control de l'expansió d'aquesta espècie invasora, tot i que ara com ara no s'ha trobat una tècnica per erradicar-la definitivament. Encara continuen apareixent puntualment nous nuclis de canya afavorits per la seva pròpia capacitat de dispersió natural o amb l'ajuda de riuades que transporten els rizomes de canya des de riu amunt fins a nous territoris fluvials per colonitzar. Les subvencions que van possibilitar aquests primers projectes van ser finançades per l'Agència Catalana de l'Aigua, la Fundació Territori i Paisatge, la Diputació de Barcelona i l'Ajuntament de Granollers.

5.2.6. Accions avançades de desconstrucció fluvial i morfodinàmica fluvial

Any rere any, les accions de recuperació fluvial es van anar succeint fins a arribar al període 2010-2012, quan es va iniciar una nova etapa de recuperació de la connectivitat fluvial mitjançant la restauració hidrogeomorfològica del riu. Això va implicar la retirada de formigó del riu per alliberar-lo i millorar-ne la connectivitat ecològica. Era una aposta molt important i poc habitual que necessitava el suport de tots els actors implicats. Enginyers fluvials experts en biodiversitat van dissenyar els projectes que van ser validats per l'Agència Catalana de l'Aigua. Els projectes, que consistien en retirar estructures hidràuliques obsoletes, no alteraven el risc d'inundació, fet que va facilitar-ne l'acceptació per part dels polítics i la població local després de diverses reunions i presentacions públiques. Es va aconseguir millorar la connectivitat fluvial longitudinal gràcies a l'eliminació de la part central de sis travesses de formigó que travessaven el riu i es van deixar les connexions laterals amb el mur perquè actuessin com a espigó per salvaguardar els marges durant les riuades.

Encara més innovadora va ser l'aposta que va permetre la integració del mur de canalització al llarg de 601 metres dins d'un talús vegetalitzat (figura 59). Es va enderrocar la part superior del mur i s'hi van afegir terres per crear un marge verd fins al camí fluvial que permetés la connectivitat transversal del riu fins a la zona rural de Palou, principal connector biològic de la ciutat amb el parc natural de la Serralada Litoral.

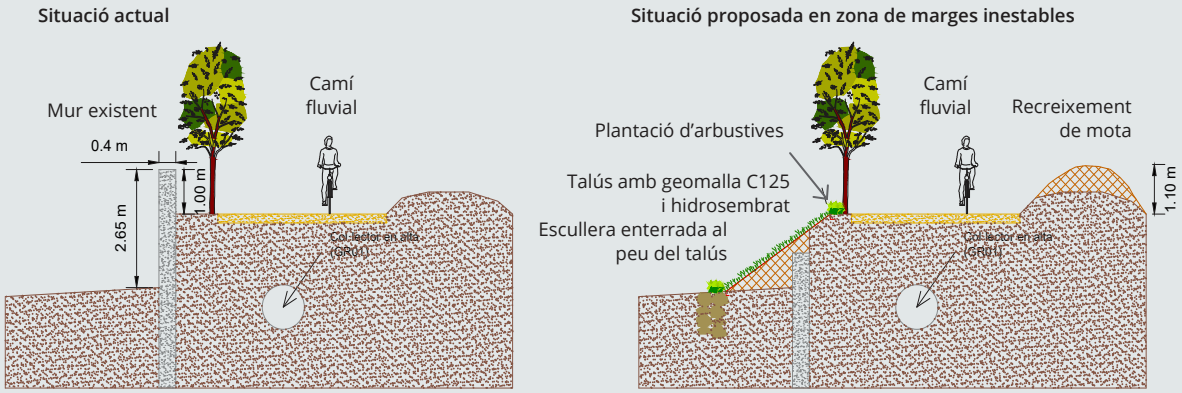


Figura 59 /

Plànols de l'abans (esquerre) i del després (dreta) de l'actuació d'integració del mur de canalització i de recuperació de la connectivitat duta a terme l'any 2010. Font: Ajuntament de Granollers.

També es va fer una prova pilot satisfactòria que va consistir en la creació d'una zona d'alliberament fluvial en una àrea del riu molt urbana. Es va endarrerir l'escullera rectilínia de la llera baixa en forma de meandre per guanyar amplada fluvial i aconseguir petits microhàbitats fluvials. Totes aquestes actuacions anteriors van ser cofinançades per l'Ajuntament de Granollers i per entitats com la Fundació Biodiversitat, la Federació Espanyola de Municipis i Províncies, el Consorci per a la Defensa de la Conca del Riu Besòs i l'Agència Catalana de l'Aigua.

Posteriorment, algunes crescudes del riu Congost van provocar danys menors que van afectar els murs de formigó i algun tram del marge recuperat. Però, en general, les actuacions de recuperació ecològica han resultat molt efectives i fins i tot han reduït possibles afectacions en episodis de crescudes fluvials. En aquest sentit, destaquen els espigons d'escullera soterrats i vegetalitzats amb salicàcies, que han protegit els marges de meandres i alhora han creat petits boscos de ribera (figura 60).

Figura 60 /

Meandres amb deflectors vegetalitzats soterrats per a la prevenció de l'erosió dels marges i la millora de la vegetació de ribera a Palou (Granollers) l'any 2018. Foto: Ajuntament de Granollers.

5.2.7. El projecte demostratiu de LIFE ALNUS al Congost al seu pas per Granollers

La darrera fase dels projectes de restauració se centra encara més en els processos de desconstrucció fluvial i, en bona part, és gràcies al projecte Life Alnus.

El riu Congost es va beneficiar d'un projecte executat entre el 2018 i el 2020 que pretenia demostrar que es poden dur a terme mesures efectives i adequades per reintroduir l'hàbitat de ribera en cursos fluvials on l'hàbitat s'ha extingit o està molt alterat.

El projecte va consistir en les accions següents:

- eliminació d'espècies vegetals invasores,
- alliberament fluvial i millora de la connectivitat ecològica longitudinal, i
- recuperació de l'hàbitat amb la plantació d'espècies vegetals pròpies de la verneda.

Eliminació d'espècies vegetals invasores

L'eliminació d'espècies vegetals invasores va consistir principalment en la retirada de diferents rodals de canya (*Arundo donax*) a diversos trams del riu Congost a Granollers al llarg d'una superfície aproximada de 1.500 m². Aquesta actuació es va complementar amb una altra acció del Life Alnus d'erradicació d'exòtiques a la subconca del Congost. Es va actuar en un àmbit de 21,15 ha que va des de la riera de l'Avencó fins a Granollers i on es van erradicar prioritàriament les espècies que tenien més presència, com *Ailanthus altissima, Robinia pseudoacacia, Acer negundo* i *Arundo donax*. També es va intervenir sobre d'altres espècies invasores secundàries com *Araujia sericifera, Budleia davidii* o *Seneci inaequidens*, entre d'altres. Al capítol de tractament d'exòtiques es defineixen les tipologies d'intervenció durant el procés d'erradicació.

Alliberament fluvial

En dos trams del riu Congost es va traslladar l'escullera d'aigües baixes uns 10-12 metres cap a l'exterior, amb l'objectiu que el riu perdés el caràcter rectilini i passés a tenir llibertat per poder fer meandres dins uns nous límits més amplis. La idea és que en aquests meandres es diversifiqués la morfologia fluvial i es creessin microhàbitats que permetessin incrementar la diversitat biològica. Els dos trams en què es va actuar van ser (figura 61):

- Parc del Lledoner. Es van traslladar 185 metres d'escullera del marge esquerre.
- Parc Firal. Es van traslladar 276,5 metres d'escullera repartits entre els dos marges.

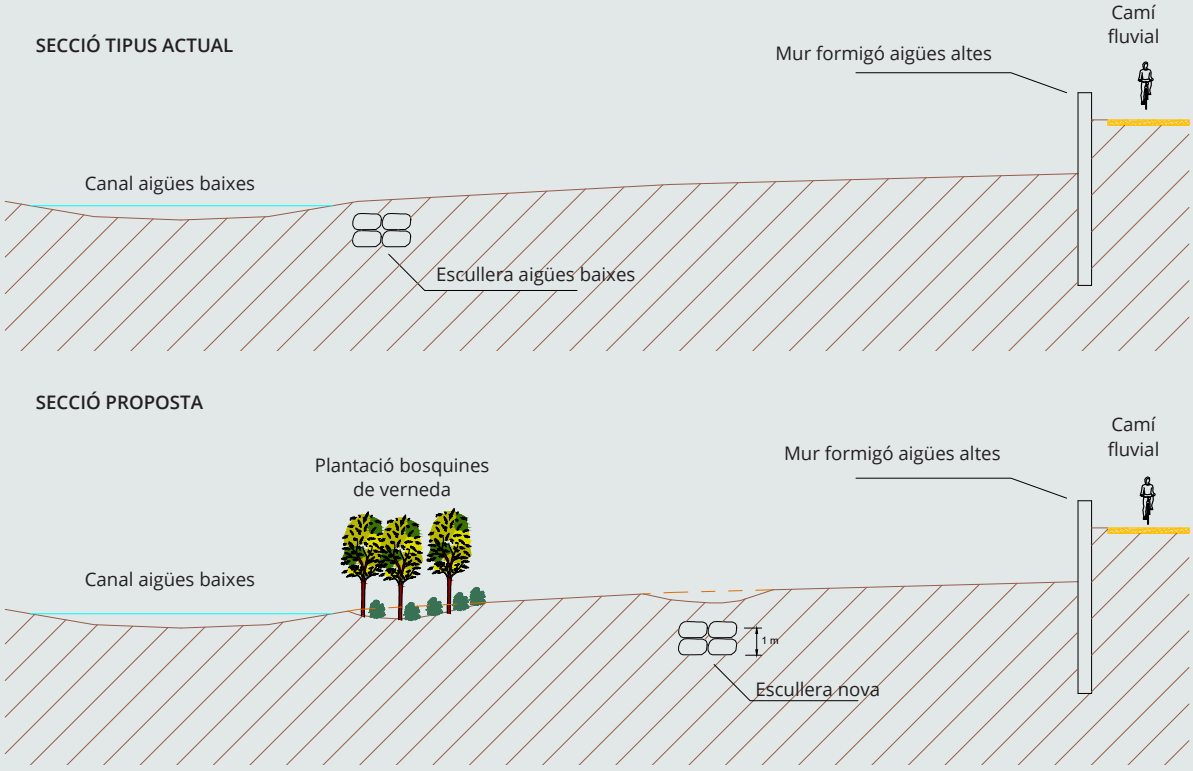


Figura 61 /

Plànols d'abans (a dalt) i de després (a baix) de l'alliberament fluvial que va ampliar el llit fluvial d'aigües baixes a la zona urbana. Font: Ajuntament de Granollers.

També en el marc del Life Alnus a Granollers es van fer noves demolicions de travesses fluvials a la zona del Parc Firal que van donar continuïtat al tram de Palou —on es van retirar les primeres travesses anys enrere— i al tram del Congost, al seu pas pel gran parc del Lledoner. Actualment, ja s'han eliminat catorze obstacles en forma de travessa, la majoria estructures en desús o que generaven una sobreprotecció, i es preveu que a curt termini se'n retirin algunes més (figura 62).

Figura 62 /

Tasques de retirada parcial de la part central de les travesses de formigó per a la millora de la connectivitat longitudinal del riu Congost al tram del Parc Firal l'any 2019. Foto: Ajuntament de Granollers.

La supressió d'aquestes barreres afavoreix els desplaçaments de la fauna aquàtica, sobretot de la comunitat de peixos. Als censos realitzats pel Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis en diversos trams del riu Congost entre el 2018 i el 2020, es va concloure que la comunitat de peixos està representada per set espècies amb una bona densitat de peixos al llarg de tot el riu. A l'estació del riu Congost de Granollers destaca l'evolució creixent de biomassa de peixos, amb màxims de fins a 130.000 grams/hectàrea el 2020, un registre excel·lent per a un riu situat en un entorn tan urbà. Aquesta riquesa de peixos està sent decisiva per al retorn de la llúdriga (*Lutra lutra*), un mamífer que té necessitats tròfiques elevades per satisfer el seu hàbit de fer desplaçaments diaris grans. La llúdriga es va extingir del Congost durant la segona meitat del segle xx i no es va tornar a detectar la seva presència fins a l'any 2004, quan els tècnics del Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya la van localitzar precisament a Granollers. Posteriorment, es torna a veure esporàdicament al municipi limítrof de Montmeló el 2007 i, més tard, aigües amunt a la Garriga, durant el 2014. A partir del 2018, el zoo de Barcelona, l'ICTA de la Universitat Autònoma de Barcelona i el Consorci Besòs-Tordera van iniciar un programa de seguiment de la llúdriga a les conques del Besòs i la Tordera. S'hi va incorporar també la subconca del Congost, on actualment s'hi localitza la llúdriga de forma permanent, fet que converteix el Congost a Granollers en una de les àrees amb més activitat d'aquesta espècie indicadora de la qualitat i recuperació dels rius.

Juntament amb els beneficis faunístics, la retirada de les estructures transversals ha atorgat al Congost un major dinamisme fluvial; és a dir, el riu ha recuperat la seva capacitat de crear formes geomorfològiques com barres, ràpids i àrees somes. Estudis de la Universitat de Barcelona (en curs durant el 2022) han posat en evidència que el riu té mobilitat lateral i canvia de forma durant les crescudes en remoure els dipòsits sedimentaris. Aquesta restauració de la dinàmica fluvial permet augmentar els hàbitats fluvials i diversificar el nombre de comunitats respecte a les zones on encara es mantenen les travesses transversals, encara que això també implicarà erosió lateral i incisió a la llera a causa de les limitacions laterals del Congost.

Figura 63 /

Vern plantat durant la restauració del bosc de ribera al riu Congost, al seu pas pel Parc Lledoner (Granollers) / Foto: Jordi Bas.

Recuperació de l'hàbitat de la verneda

El projecte demostratiu del Life Alnus a Granollers va fer possible un total de 448 plantacions per crear nuclis de reconnexió d'hàbitat de bosc de ribera al llarg del Congost al seu pas per Granollers.

Totes les plantacions van ser d'arbres i arbustos autòctons procedents de vivers locals que produeixen varietats de plantes pròpies de la conca del Besòs (figura 63). Les espècies que es van plantar van ser *Alnus glutinosa, Salix cinerea, Salix alba, Cornus sanguinea, Sambucus nigra, Carex pendula, Arum italicum, Aquilejia vulgaris* i *Lysimachia vulgaris*. Del total de plantacions, 110 unitats de *Salix cinerea* i *Salix alba* van plantar-se amb estaques, i de les 348 unitats restants, 263 es van plantar en contenidors d'entre 2,5 i 4 litres, i 85 en alvèol forestal. La recol·lecció la va efectuar l'empresa pública Forestal Catalana a partir de llavors i estaques recol·lectades dos anys abans a la mateixa conca. La producció de plantes es va efectuar als vivers de l'empresa a Breda.

Aquestes plantacions van quedar molt malmeses després del pas del temporal Glòria el gener de 2020, i a finals d'aquell mateix any es van replantar 304 noves plantes de ribera. El projecte de recuperació de la vegetació de ribera a Granollers es va complementar amb les accions del Life Alnus per recuperar la continuïtat de l'hàbitat de ribera a tota la conca del Besòs. Aquestes actuacions es basaven en el Pla de conservació i restauració fluvial de la conca del Besòs elaborat pel projecte Life Alnus i dissenyat per dur a terme actuacions estratègiques a curt i llarg termini. Per fer-ho, es van promoure més nuclis de reconnexió de ribera en una desena de municipis de la conca i es van plantar 9.532 unitats, de les quals 1.406 plantes es van subministrar en contenidors de 3 litres, i 8.126, en alvèol forestal.

5.3. El model de gestió del riu urbà i el seu futur

Actualment, s'ha consolidat un nou model de gestió del riu Congost al seu pas per Granollers. Té com a criteri fonamental protegir el llit fluvial exclusivament per a la millora dels processos hidrogeomorfològics i la preservació de la biodiversitat. Els espais adjacents de ribera es regulen per fer un ús lúdic de l'espai natural, sempre que sigui compatible amb els valors ambientals del riu.

El conjunt del projecte de recuperació ambiental i social del riu Congost ha rebut un ampli reconeixement tècnic i polític perquè és un programa de restauració ple de valors ambientals, cívics, saludables i educatius. Les actuacions han rebut també del reconeixement d'institucions com les Nacions Unides, a través del seu programa «Hàbitats» al Concurs de Bones Pràctiques de 2004, o la Fundació Biodiversitat (Ministeri per a la Transició Ecològica, Govern d'Espanya), que va distingir Granollers com a Capital de la Biodiversitat a la categoria de 30.000 a 200.000 habitants en l'edició de 2011.

En definitiva, la recuperació del riu Congost està aportant grans beneficis ecosistèmics a Granollers i encara queden reptes per afrontar, com el megaprojecte Connecta Congost Natura 2025 (CoCoNat25). Aquest projecte pretén multiplicar la infraestructura verda urbana del riu Congost amb la millora de la llera a la seva zona més urbana, la renaturalització del parc urbà adjacent i la implantació de connectors urbans a diversos carrers dels barris propers al riu (figura 64). Aquest projecte, que està previst que finalitzi l'any 2025, s'ha finançat amb les ajudes de la Fundació Biodiversitat per al foment d'actuacions dirigides a la renaturalització i resiliència de ciutats espanyoles, en el marc del Pla de recuperació, transformació i resiliència de la convocatòria 2021.

Figura 64 /

Infografia de CoCoNat25 que mostra la naturalització prevista per al riu Congost i els seus entorns. Font: Ajuntament de Granollers.

Estaca de gatell (*Salix atrocinerea*) rebrotant a la restauració ecològica del riu Congost, a Granollers / Foto: Jordi Bas.

Recuperació de cabals en un braç menor del riu Ter, gràcies a la restauració de la dinàmica hidromorfològica de sediments. Illa de les Gambires (Torelló) / Foto: Jordi Camprodon.

6 /

LA RESTAURACIÓ HIDROMORFOLÒGICA DELS SISTEMES FLUVIALS. LES ILLES FLUVIALS DE LA CONCA MITJANA DEL RIU TER

6 / LA RESTAURACIÓ HIDROMORFOLÒGICA DELS SISTEMES FLUVIALS. LES ILLES FLUVIALS DE LA CONCA MITJANA DEL RIU TER

Evelyn Garcia[1], Albert Rovira[1], Emilio Sánchez[1], Jordi Tuset[1], Mònica Bardina[1], Oscar Niñerola[2] i Marc Ordeix[3]

[1]Agència Catalana de l'Aigua. Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural

[2] Enghydra. Enginyeria i Serveis

[3]Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis. Universitat de Vic – Universitat Central de Catalunya

6.1. Condicions hidromorfològiques dels rius

Els rius són sistemes naturals dinàmics que tenen com a principal funció el transport d'aigua, sediments, nutrients i elements vius, conformant corredors de gran vàlua bioclimàtica, ecològica i paisatgística. També tenen altres funcions com són: l'autoregulació de l'escorrentiu extrem, l'auto-depuració, la regulació de l'erosió costanera o la regulació de la productivitat pesquera. Els cursos fluvials (rius, barrancs, rambles i rieres) tenen un elevat valor també perquè ens ofereixen serveis ecosistèmics que només poden ser desenvolupats en el cas que conservin una dinàmica activa amb processos de transport, sediment i erosió ben preservats (Ollero, 2007). Dit d'una altra forma, només si la qualitat hidromorfològica és bona.

La qualitat hidromorfològica està conformada pel règim de cabals, la connectivitat longitudinal i lateral del curs fluvial, la seva morfologia i la qualitat de les seves riberes. La seva avaluació forma part de l'estat ecològic, juntament amb la qualitat biològica i fisicoquímica tal com ho estableix la Directiva Marc de l'Aigua (DMA).

En molts països s'han dissenyat sistemes d'avaluació de la qualitat hidromorfològica, entre els què destaquen el River Habitat Survey, que es va desenvolupar al Regne Unit l'any 1993 (Raven et al., 1998) i el sistema francès SEQ-Physique (Agences de l'Eau & Ministère de l'Environnement, 1998). A l'Estat espanyol, l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) l'any 2006 va desenvolupar el protocol HIDRI.

L'any 2008, Ollero et al. van desenvolupar un índex hidrogeomorfològic (IHG) per l'avaluació de l'estat ecològic dels sistemes fluvials. Més recentment, el Ministerio para la Transición Ecológica ha desenvolupat el Protocol de valoració de la qualitat hidromorfològica (MITERD, 2019) que actualment s'està implementant a les masses d'aigua riu de En la major part dels casos, aquests índexs valoren paràmetres similars: geometria de la llera, perfil longitudinal, perfil transversal, granulometria del llit fluvial, estructura i composició de la vegetació ripària, elements d'erosió i sedimentació, règim de cabals, continuïtat longitudinal, usos del sòl adjacents, grau de dinàmica lateral i de connectivitat del riu amb la plana d'inundació. Les conques intercomunitàries per tal d'ajustar l'avaluació del seu estat ecològic. En la major part dels casos, aquests índexs valoren paràmetres similars: geometria de la llera, perfil longitudinal, perfil transversal, granulometria del llit fluvial, estructura i composició de la vegetació ripària, elements d'erosió i sedimentació, règim de cabals, continuïtat longitudinal, usos del sòl adjacents, grau de dinàmica lateral i de connectivitat del riu amb la plana d'inundació.

6.2. Importància de la connectivitat, la morfologia i les riberes

Els sistemes fluvials naturals estan en equilibri dinàmic o ajust permanent que s'assoleix a través d'un seguit de processos hidromorfològics. Aquests processos es produeixen tant en la direcció longitudinal com lateral i vertical del curs fluvial i actuen com a mecanismes de regulació dels cabals líquids i sòlids que circulen en cada moment (Werritty, 1997). A nivell de qualitat hidromorfològica el seu correcte funcionament (no alteració) es tradueix en una bona connectivitat en les tres direccions (lateral, longitudinal i vertical).

La llera fluvial és un element geomorfològic producte del propi riu resultant de transportar amb eficiència els cabals líquids (aigua) i sòlids (sediment), ajustant els sobrants energètics entre les seves ribes amb diferents formes. D'aquesta manera, en els cursos fluvials mediterranis són els processos qui durant els episodis de gran magnitud (crescudes extraordinàries) controlen les formes, mentre que durant els cabals mitjans i baixos són les formes qui controlen els processos (Graf, 1988). A partir d'aquí, el perfil longitudinal es conforma en una successió de ràpids i lents, sent un mecanisme automàtic que regula el transport i dona unitat i continuïtat al sistema.

La plana d'inundació és l'espai de dissipació d'energia del cabal que desborda de la llera produint un efecte laminador que repercuteix en la reducció del cabal-punta aigua avall. És també un espai de sedimentació, responsable del creixement vertical dels dipòsits, i de la fertilitat dels materials que el flux d'aigua transporta en suspensió (Strahler & Strahler, 1994). A més a més, és una zona d'emmagatzematge d'aigua on la inundació recarrega l'aqüífer al·luvial, sota la plana al·luvial, i garanteix un nivell freàtic elevat.

Dins la plana d'inundació es desenvolupa un corredor riberenc, un mosaic de terrenys definits tant pels diferents tipus de sediment com per la cota respecte al nivell freàtic, on les espècies de ribera estan adaptades als processos d'erosió i sedimentació pel que de forma general requereixen crescudes ordinàries per a la seva regeneració que respectin els cicles de reproducció dels organismes vius.

La dinàmica geomorfològica fluvial és doncs el motor d'una dinàmica ecològica que mitjançant les crescudes, amb un cabal líquid i sòlid i que tenen diferents pulsacions, ritmes i fluctuacions, garanteix la riquesa i diversitat d'aquests sistemes naturals (Malavoi et al., 1998) i on la morfologia del sistema fluvial determina una gran varietat d'hàbitats molt canviants en el temps i en l'espai, afavorint la biodiversitat i productivitat dels ecosistemes aquàtics i riparis (Gonzàlez del Tánago & Garcia de Jalón, 2007).

6.3. Principals pressions i impactes

Els rius i els corredors riberencs són els espais més alterats i amenaçats d'Europa (Tockner & Stanford, 2002). Entre ells hi ha valuoses tipologies fluvials, com els cursos trenats (*braided*), que estan a punt de desaparèixer (figura 65).

L'origen principal de les alteracions hidromorfològiques dels rius europeus es troba en el propi desenvolupament socioeconòmic, amb activitats que consumeixen territori (espai fluvial), aigua (captacions i derivacions) i sediments (àrids), i amb exigències socials de seguretat (davant de les inundacions), estabilitat (enfront de la dinàmica natural) i modes i models urbans (davant de la naturalitat del sistema ecològic). A aquesta realitat, consolidada i en creixement, cal afegir que la geomorfologia fluvial no es valora en absolut, cosa que es manifesta en deficiències legals, desconeixement socioeducatiu i inèrcies professionals, entre d'altres.

Figura 65 /

Illa del Sorral, a primer terme, i de les Gambires, al fons, al riu Ter al seu pas per la plana quaternària osonenca, protagonistes d'una de les accions de restauració hidromorfològica més importants dutes a terme a Catalunya fins ara (imatge de 2021, abans de la restauració). Son un exemple de riu trenat amb braços secundaris, enmig d'una plana al·luvial representativa dels múltiples usos antròpics que es troben arreu d'Europa: agricultura, ramaderia, centrals hidroelèctriques, extraccions d'àrids, us públic, etc. No obstant, conserven un estat de naturalitat considerable. Foto: Jordi Bas.

Tots aquests elements impliquen múltiples pressions i impactes sobre el sistema fluvial, directes sobre la llera i la plana d'inundació i indirectes sobre les conques i vessants, de vegades diferits en el temps, que alteren el funcionament geomorfològic del sistema, tant dels processos com de les formes.

Freqüentment, es registren alteracions en els processos geomorfològics longitudinals, arran de ruptures en la continuïtat dels sistemes i d'actuacions directes sobre el fons de la llera. En conseqüència, la dinàmica longitudinal, i amb això la topografia del fons del llit, la successió de ressalts i basses, la granulometria i la morfometria dels materials, els processos geomorfològics locals, els patrons de colonització vegetal, etc. es veuen modificats. Per exemple, les rescloses suposen una ruptura del pendent, del perfil longitudinal del riu que origina alteracions tant en els processos, afavorint la incisió al peu de presa, com en les formes. Els ponts i guals tenen efectes similars en la dinàmica fluvial encara que menys marcats.

Els dragats, extraccions o neteges de vegetació a la mateixa llera també suposen una alteració de la dinàmica fluvial pels seus efectes en els mateixos elements i processos.

El dragat suposa l'excavació dels dipòsits de grava laterals del mateix llit fluvial, així com l'eliminació d'illes fluvials, incloent-hi la retirada de la vegetació que les ha colonitzat; tot això amb l'objectiu d'aconseguir més capacitat de desguàs. L'extracció de les graves i sorres origina efectes geomorfològics similars als del dragat (Kondolf, 1997; Kondolf et al., 2002). La seva incidència és molt important en la dinàmica vertical, modificant els processos naturals d'acreció i incisió, la seqüència de ràpids i lents i els mecanismes de transport en accelerar la velocitat del flux i originar importants problemes d'incisió i d'erosió remuntant. Cal tenir present que en molts rius es segueixen registrant els efectes geomorfològics malgrat faci dècades que va

concloure l'activitat. Són freqüents els problemes d'estabilitat en ponts i assuts per erosió remuntant, derivada de velles extraccions en altres trams de la conca.

En general, el constrenyiment de la dinàmica lateral provoca increments en la erosió longitudinal i vertical, amb efectes d'incisió (encaixament) del llit fluvial.

Una altra forma de quantificar els impactes i les pressions de les masses d'aigua és mitjançant l'anàlisi que es realitza a cada cicle de planificació hidrològica seguint els criteris de la Directiva Marc de l'Aigua (DMA) i que es mostren en el document IMPRESS, anàlisi d'impactes i pressions i anàlisi del risc d'incompliment dels objectius de la DMA.

Els impactes i pressions que es relacionen amb la qualitat hidromorfològica són l'extracció d'aigua i derivació del flux, les alteracions morfològiques i hidrològiques (captacions, embassaments i rescloses, usos del sòl a les riberes no naturals, endegaments, infraestructures i serveis a la llera, artificialització dels usos del sòl a la conca, etc.), extraccions de sediment i altres pressions com espècies invasores, navegació i pesca recreativa.

6.4. Principis generals de la restauració hidromorfològica

Restaurar és restablir els processos naturals del sistema fluvial, retornar al riu funcions pròpies de transport, dinàmica i mobilitat, recuperant lsediments, aigua i riberes que generen una estructura complexa com ecosistema. Restaurar la dinàmica fluvial permet recuperar el sistema fluvial i per tal que sigui perdurable en el temps cal actuar sobre les causes de la degradació (pressions i impactes), per exemple eliminant pressions com les estructures transversals i laterals.

Els rius tenen la capacitat de restablir la seva geomorfologia, autocorregir-se i readaptar-se als factors físics, sempre que s'eliminin els elements d'impacte antròpic que els pertorben, fent gran part de la feina el propi riu (Williams, 2001; Downs & Gregory, 2004). Per tant, és esperable que la restauració es contempli en un sistema fluvial com una component dinàmica d'un paisatge en contínua evolució; no com una entitat estable i definitiva, o dit d'una altra forma, com una foto final objectiu. D'aquí que s'hagi de prioritzar una restauració passiva i sostenible en el temps, aprofitant la pròpia dinàmica fluvial, la seva potencia constructora i la seva capacitat per mantenir i generar diversitat d'hàbitats fluvials.

6.5. Implementació de cabals ecològics

Les pulsacions, ritmes o fluctuacions de cabal regulen els intercanvis ecològics entre les diferents unitats aquàtiques i terrestres de l'hidrosistema fluvial i, per tant, són fonamentals per la supervivència dels corredors riparis (Junk et al., 1989; Tockner et al., 2000). Les crescudes amb abundant cabal líquid i sòlid constitueixen el motor de la dinàmica fluvial.

En el transcurs del segle XX, i especialment en les seves darreres dècades, s'han produït canvis molt notables en la dinàmica hidrosedimentària de la majoria dels nostres rius com a conseqüència de la intervenció humana. Un dels principals factors d'aquestes alteracions ha estat la construcció de grans preses i embassaments. Aquestes infraestructures fluvials alteren el règim natural de cabals del riu i la seva dinàmica sedimentària, interrompent la continuïtat del transport del sediment. Per aquest motiu, des de fa uns anys s'estan implantant els cabals generadors, alliberant aigua de manera controlada des d'embassaments i preses amb l'objectiu de reproduir la crescuda ordinària que es produiria en condicions naturals

(sense la presència de l'estructura), mobilitzant el sediment i definint la llera i l'hàbitat fluvial. Els cabals generadors són un dels diversos components que conformen el règim de cabals ambientals o ecològics, que també està format pels cabals mínims a respectar.

A conques internes de Catalunya el cabal generador es deixa anar, com a mínim, una vegada a l'any, sempre i quan les reserves dels embassaments siguin suficients per garantir totes les demandes i es defineix com la màxima crescuda anual que es produïa en el període 1940-2000. La durada d'aquestes maniobres és de 24 hores (comptat des de l'inici fins al final de la crescuda alliberada), amb un augment progressiu i controlat del cabal alliberat. Durant les maniobres dels embassaments de Sau i Susqueda entre els anys 2019 i 2020 s'han dut a terme proves pilot d'aportació de sediment per valorar la capacitat de transport d'aquests cabals i els efectes sobre la morfologia del riu (ACA, 2021).

Un altre cas específic és la implantació, des del 2011, d'un règim de cabals ecològics mínims al riu Gaià des de l'embassament del Catllar, complementats amb l'alliberament del cabal generadors, dins del conveni de Repsol amb l'Agència Catalana de l'Aigua mitjançant un sistema de consignes en funció de la cota a la que se situa l'aigua a l'embassament. Des de la implantació del règim de cabals ecològics s'ha millorat el funcionament hidromorfològic en els 10 km de riu Gaia que van des de la població del Catllar fins a la desembocadura (García Burgos et al., 2020), el que ha permès que el riu arribés al mar per primer cop des dels anys 70.

6.6. Millora de la connectivitat longitudinal

Quan es parla de continuïtat longitudinal es fa referència a la capacitat dels cursos fluvials per transportar aigua i sediments des de la seva capçalera fins a la desembocadura, així com al fet que són sistemes que permeten la connexió i mobilitat (per reproduir-se i/o alimentar-se) de les comunitats biològiques, com els peixos. En general els cursos fluvials són considerats passadissos o corredors biològics al ser zones de pas o de freqüentació elevada per organismes vius, pel que molts d'ells han estat considerats llocs d'especial interès o protecció utilitzant figures com per exemple la Xarxa Natura 2000.

Aquesta capacitat de desplaçament o connexió de l'aigua, el sediment i de les espècies es pot veure afectada per la presència d'obstacles transversals, com són, entre altres, les preses, les rescloses, els guals o les travesses, i que tenen importants conseqüències sobre la hidromorfologia i l'ecologia del riu.

Des del punt de vista hidromorfològic, aquests obstacles transversals modifiquen la geometria del canal i la hidràulica del flux (accelerant o reduint, per exemple, la velocitat de l'aigua) i alterant la dinàmica hidrosedimentària del riu a l'interferir, per exemple, en el transport del sediment.

Des del punt de vista ecològic dificulten el moviment natural de la matèria orgànica, dels nutrients, de les espècies aquàtiques i dels propàguls de plantes. Fragmenten el riu propiciant la aparició (local) d'un nou hàbitat que sovint és aprofitat per les espècies al·lòctones (algunes d'elles invasores) amb detriment de les espècies autòctones. També aïllen les poblacions de peixos impedint el seu desplaçament, amenaçant el seu cicle de vida (reproducció i migració) i evitant l›accés a les zones de fresa o alimentació, considerant-se una de les causes principals del declivi de moltes espècies continentals de peixos, sobretot aquelles que requereixen migrar per completar el seu cicle biològic (Latham et al. 2008; Vörösmarty et al. 2010). En definitiva, aquests obstacles transversals creen una frontera en l'ecosistema fluvial.

La eliminació total d'aquests obstacles transversals és la solució més eficient per restablir la continuïtat longitudinal del curs fluvials, ja que permet recuperar la dinàmica hidromorfològica i restablir els intercanvis i els passos dins del corredor fluvial (figura 66). Tanmateix, quan la seva eliminació total no es possible, l'eliminació parcial o, en darrera instància, la construcció de connectors fluvials, com per exemple les rampes, són les millors alternatives.

Figura 66 /

Estat del riu abans (esquerra) i després (dreta) de l'enderrocament de la resclosa de la central hidroelèctrica Molló al riu Ritort (conca del Ter). Fotos: ACA.

En el moment de plantejar la eliminació o l'enderrocament de l'obstacle transversal, un dels aspectes clau és preveure les afectacions que es puguin produir sobre la morfologia i l'ecosistema fluvial ja que en alguns casos poden arribar a ser molt severes. Per tant, prèviament a la seva retirada serà necessari recopilar tot un seguit d'informació que ajudarà a decidir quina és la manera més adequada d'eliminar l'obstacle transversal (és a dir, per fases o en una sola vegada) així com també si es pot eliminar total o parcialment. De la mateixa manera, també s'obtindrà informació de si existeix o no algun condicionant (hidromorfològic o biològic) que comporti que l'obstacle en qüestió no pugui ser enderrocat. Caldrà doncs, realitzar un seguit d'estudis bàsics i, en funció del risc i tipus d'afectació previst, també alguns estudis complementaris.

Alguns dels estudis bàsics són: caracterització hidrològica del curs fluvial; anàlisi granulomètric del llit del riu i del sediment retingut per l'obstacle; càlcul del volum de sediment retingut per l'obstacle; anàlisi de la qualitat del sediment; caracterització de la relació riu-aqüífer a la zona de l'actuació i estudi d'alternatives.

Altres estudis complementaris podrien ser, segons el cas, estudi dels canvis en el sistema aqüífer (resposta del nivell freàtic) a la zona d'influència de l'obstacle, prospecció ambiental (distribució dels hàbitats i mesohàbitats, presència d'espècies clau aquàtiques i altres elements rellevants), zona envoltant i tram de riu actiu (aigua amunt i avall) de l'obstacle, estudi de la capacitat de transport sòlid del riu i l'evolució prevista del perfil longitudinal aigua amunt i avall i a la zona de l'obstacle transversal.

Cal tenir en compte que actualment no hi ha una única pràctica estandarditzada sobre com s'ha de gestionar el sediment retingut darrera de l'obstacle transversal en el moment de la seva eliminació. Al contrari, existeix un ampli ventall d'opcions que van des de deixar "in situ" els sediments, per a que sigui el propi riu qui de manera natural els redistribueixi aigua avall, fins al dragat total o parcial del dipòsit de sediment. Aquest fet respon a que són molts els factors que intervenen en la eliminació de l'obstacle: quantitat, tipus i moviment potencial del paquet de sediment retingut darrere de l'obstacle, règim hidrològic del riu, geometria del vas de l'obstacle, etc. Per tant, per cada obstacle cal avaluar individualment quina gestió del sediment és farà; i incorporar aquest element a qualsevol projecte d'enderrocament sempre treballant sota la premissa de no retirada del sediment (o extreure el mínim), ja que en realitat aquest pertany a la llera i no ha de ser tractat com un residu.

És necessari tenir en compte que el sediment i les dinàmiques de transport sedimentàries són aspectes clau pel correcte funcionament de les comunitats biològiques i de la biodiversitat del riu, en ser la base de la seva estructura, generar diversitat geomorfològica i, per tant, hàbitats. Es requereix doncs que aquests elements siguin respectats.

S'entén, per tant, que l'extracció del sediment ha de ser la última de les alternatives a considerar. Es pot plantejar només en aquells casos en que, per exemple, es preveu una greu afectació (persistent en el temps i en l'espai) tant en la salut de les persones com de l'ecosistema fluvial (per exemple, per la presència de contaminants associats al sediment o per la seva baixa qualitat (sediment anòxic) o per un alt contingut de fraccions fines (llims i argiles) que comportin episodis alts i sostinguts de terbolesa de l'aigua, etc.); o per afectacions a infraestructures hidràuliques i o viàries (com canalitzacions, captacions d'aigua, zones de pas, etc.) que provoquin una alliberació massiva de sediment a la llera.

En cas de preveure's l'extracció del sediment, es retirarà la quantitat mínima i s'haurà d'aclarir, concretar i quantificar com es gestionarà el sediment extret i on i com es reubicarà dins de la llera o de la pròpia conca.

6.7. Restauració de l'espai fluvial o connectivitat lateral

La connexió amb els espais laterals de la llera conformen una part fonamental del funcionament del sistema fluvial, i per tant han de ser el més naturals possible, de forma que es duguin a terme els processos laterals com erosió, deposició, retenció de nutrients, infiltració i dissipació d'energia (figura 67). Una bona connexió lateral permet que les pulsacions de la crescuda (desbordament i retorn a la llera o laminació) realitzin intercanvis de nutrients i matèria orgànica entre la llera i la plana al·luvial, enriquint ambdós espais.

Els principals problemes són l'encaixonament per endegaments o proteccions laterals amb murs, esculleres i motes, entre altres, que provoquen augment de velocitat i generalment incisió o descalçaments locals que encara poden accentuar més la desconnexió lateral. També la modificació de la llera, tallant meandres o tallant la connexió amb braços secundaris i promovent una única llera principal generen desconnexió dels espais laterals.

Per retornar espai al riu cal promoure actuacions de descanalització: eliminant o retranquejant motes o altres proteccions en trams que no calgui una defensa lateral a les inundacions (figura 68). També recuperar i connectar braços secundaris, sempre i quan sigui possible, ja que els processos d'incisió generen diferències de cota entre el llit del braç principal i els braços secundaris difícil de connectar i esdevé un problema, sovint tècnicament insuperable.

Figura 67 /

Els processos naturals d'erosió i sedimentació s'observen bé en aquest tram del riu Segre a la Cerdanya. La caiguda d'arbres a la llera forma part, doncs, de la dinàmica fluvial / Foto: Jordi Bas.

Figura 68 /

Eliminació de la mota entre el riu Segre i les basses de Gallissà (Bellver de Cerdanya) en el marc del Projecte LIFE ALNUS Foto: Jordi Camprodon.

En el cas d'una de les accions del projecte LIFE ALNUS, la restauració hidromorfològica de la illa de les Gambires (conca del Ter, al municipi de les Masies de Voltregà), va suposar reconnectar el braç secundari amb la llera principal augmentant la cota de la última amb una rampa de graves i còdols (figures 69 i 70).

Figura 69 /

Detall del transport de graves i còdols a la restauració hidromorfològica de l'Illa de les Gambires (riu Ter, Torelló). Fotos: Enghydra.

Figura 70 /

Detall de la connexió amb el braç secundari a la restauració hidromorfològica de l'Illa de les Gambires (riu Ter, Torelló). Fotos: Enghydra.

6.8. Recuperació d'antigues formes fluvials en planta

Més enllà de la llera i les riberes adjacents s'estén l'espai fluvial o territori fluvial, concepte que es va establir de forma consensuada a la *Estrategia Nacional de Restauración de Ríos* (2008), en la que es va proposar aquesta solució com una de les possibilitats més interessants de la restauració fluvial, d'aquí que el concepte pugui considerar-se ja consolidat. El *territori fluvial* pot definir-se com el terreny, espai o paisatge dominat per un sistema fluvial. Espai que inclou la llera, el corredor ripari i total o part de la plana d'inundació tractant-se d'un espai a reivindicar, que confronta amb els interessos socioeconòmics sobre la xarxa fluvial. Consisteix en una banda geomorfològica i ecològicament activa, de màxima eficiència i complexitat, amb braços secundaris, basses temporals inundables en crescudes, braços desconnectats lateralment però connectats verticalment, illes i altres formes fluvials en planta, que conformen un mosaic d'hàbitats lligats al medi hídric. Cal que sigui el més ampli possible, continu, inundable, erosionable, connectat al freàtic alveolar, sense constriccions laterals i no urbanitzable, amb límits precisos (segons incidència fluvial), però no han de ser permanents sinó adaptar-se a la mobilitat fluvial. Segons la geomorfologia hauria de ser una figura d'ordenació del territori, sent una adaptació de la mateixa a la dinàmica fluvial (Ollero, et al., 2010).

En aquest sentit, s'han executat projectes de gran interès a nivell català i espanyol, com els inclosos dins del projecte LIFE Territorio Vison, en que s'han recuperat braços secundaris tallats rectilinitzacions de meandres i llacunes laterals als rius Arga i Aragon.

Seguidament, l'apartat 6.9 desenvolupa un cas pràctic executat dins del projecte LIFE ALNUS en que entre d'altres objectius, es connecten braços secundaris a la llera principal, desconnectada per processos d'incisió.

6.9. Recuperació d'antigues formes fluvials en planta

Els meandres i les illes de les Gambires, el Sorral i Gallifa estan situats al riu Ter entre els municipis de les Masies de Voltregà i Torelló (Osona). El transport de sediments i la morfologia pròpia del riu afavoreixen la creació de meandres i illes a dins del riu. Per efecte de l'erosió i la sedimentació, el seu traçat, l'extensió i la posició dels meandres i la morfologia de les illes canvien constantment al llarg del temps. Les illes són espais naturals molt valuosos per la seva biodiversitat; en ser poc accessibles, s'hi poden refugiar moltes espècies vegetals i animals. A tall d'exemple, a tocar d'aquestes illes hi ha una colònia molt important d'ocells ardeids nidificants, de les importants de Catalunya: martinet de nit, bernat pescaire, martinet blanc i esplugabous (veure capítol 8b). Molts d'aquests ocells, però també moltes altres espècies de flora i fauna, troben en aquest tram de riu la tranquil·litat i les fonts d'aliment imprescindibles.

El riu Ter, però, hi ha patit molts impactes i pressions associats a la presència humana i a les activitats ramadera i industrial. En la posada en valor i la cerca d'aliances i fons per a la conservació i restauració del riu Ter, hi ha tingut un paper molt destacat el projecte marc de custòdia fluvial "Riberes del Ter" (https://www.museudelter.cat/riberes-del-ter), iniciat l'any 2009 pel Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis (llavors vinculat al Museu del Ter i, des del 2016, també, a la Universitat de Vic – Universitat Central de Catalunya), juntament amb els ajuntaments de Torelló, les Masies de Voltregà, Manlleu, Sant Vicenç de Torelló, Vic i Sant Julià de Vilatorta i el Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural de la Generalitat de Catalunya. Això implica vetllar conjuntament pel bon estat de conservació dels seus espais aquàtics i de ribera, essencialment per mitjà d'acords de custòdia fluvial, és a dir, pactes escrits o verbals amb propietaris i gestors, per conservar i gestionar espais fluvials per períodes de 10 a 30 anys, renovables. El 2022 el projecte "Riberes del Ter" inclou un total de 88,5 hectàrees. Aquest acord marc ha facilitat la consecució de finançament per dur-hi a terme projectes de restauració i d'educació ambiental, la majoria conjuntament amb el Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya, com el projecte SUDOE RICOVER (2009-2012) i, recentment, el projecte LIFE ALNUS (2017-22), a banda d'altres socis i col·laboradors valuosos.

El tram mitjà del riu Ter presenta un dèficit sedimentari estructural crònic que ha deteriorat l'activitat morfològica i sedimentària. La construcció de rescloses, juntament amb altres impactes més locals (extracció d'àrids) ha alterat la connectivitat longitudinal i lateral, deixant, en alguns casos, les planes d'inundació desconnectades amb efectes directes sobre la vegetació de ribera. Moltes de les rescloses del Ter van ser construïdes entre finals del segle XIX i inicis del segle XX, la qual cosa significa que el riu ha anat ajustant la seva morfologia al desequilibri sedimentari que aquestes han causat des de fa més d'un segle. Es traca de canvis graduals que en alguns sectors han generat processos d'incisió accentuats i una pèrdua total de les unitats morfo-sedimentàries actives. Tan és així, que en alguns trams de riu, aquest circula únicament sobre substrat rocós, on les principals unitats morfo-sedimentàries (barres laterals i centrals) han acabat per desaparèixer.

Aquesta situació comportà una degradació gradual de l'estat morfosedimentari de l'àmbit d'estudi des de mitjans del segle XX. A la dècada dels 80s, on una extracció desmesurada de graves a la llera principal del riu Ter deixà el canal secundari de l'illa de les Gambires desconnectat parcialment de la dinàmica fluvial. Tan és així, que solament hi circulava aigua quan el cabal superava els 32 m^3/s, i.e. el 20% del dies de l'any.

En conseqüència, el projecte plantejava la rehabilitació hidromorfològica, hidrodinàmica i de la connectivitat fluvial de dues illes fluvials d'unes 8 ha cadascuna, amb hàbitats de ribera fortament modificats. Les diferents actuacions executades van ser de caràcter demostratiu i experimental. A continuació es presenten el llistat de les actuacions i els objectiu específics de cadascuna d'elles:

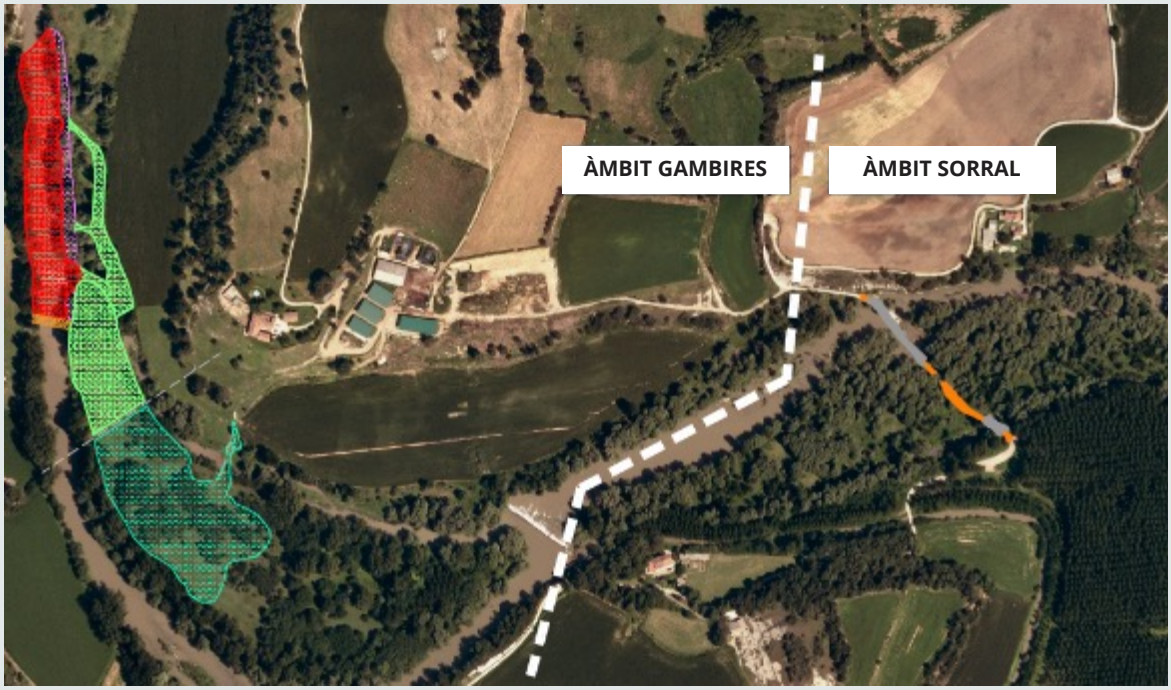
- Rebliment del canal principal del riu Ter al nord de l'illa de les Gambires. Objectiu: Revertir la incisió del canal, augmentar la connectivitat hidràulica lateral i la cota del nivell piezomètric.

- Extracció de sediments de l'illa de les Gambires.

Objectiu: obtenir sediment per injectar al canal i reduir la cota de la superfície del terreny de l'illa perquè aquesta sigui inundable per crescudes d'alta freqüència, a més de reduir la distància del nivell freàtic amb la superfície del terreny.

- Recuperar els braços secundaris aigua amunt de l'illa de les Gambires. Objectiu: augmentar el perímetre mullat per tal de minvar la capacitat d'incisió dels cabals circulants, augmentar la complexitat hidràulica del sistema i la cota del nivell freàtic.
- Rehabilitar la dinàmica hidromorfològica de l'Illa del Sorral, interrompuda per una passera de terra i formigó construïda pel transport de sediments de terrasses al·luvials (àrids).

La figura 71 presenta una ortofotoimatge de l'àmbit de l'actuació i la cartografia en planta de les principals accions que es van executar entre el desembre de 2021 i el juny de 2022.



ÀMBIT GAMBIRES

- Desbrossada, decapatge, rebaix
- Desbrossada, rebaix
- Zona de rebaix i extracció de graves
- Estesa de graves garbellades
- Represa amb escullera
- Línia elèctrica existent

ÀMBIT SORRAL

- Descompactació, anivellament
- Demolició de passera

Figura 71 /

Àmbit de la rehabilitació hidromorfològica entre l'illa de les Gambires i l'illa del Sorral (riu Ter entre les Masies de Voltregà i Torelló, Osona) l'any 2022. Font: ACA sobre ortofotoimatge del ICGC.

6.10. Rehabilitació hidromorfològica de l'illa de les Gambires

Com a fase prèvia a les actuacions, es van dur a terme un seguit de treballs amb l'objectiu de realitzar el diagnòstic de l'estat morfològic i de la dinàmica sedimentària del riu Ter al tram de l'illa de les Gambires. En aquets treballs es van poder constatar que l'àmbit d'estudi presenta un dèficit sedimentari estructural crònic que ha comportat un canvi morfològic caracteritzat per la incisió i contracció del canal principal, la pèrdua de sinuositat del canal i la disminució de la connectivitat de la llera amb les zones inundables, així com un augment de les condicions d'estabilitat (llera acuirassada i colonització vegetal d'antigues unitats sedimentaries actives). La qual cosa ha provocat un empobriment de les condicions ecològiques d'aquestes àrees i la mort dels verns de la marge esquerra pel descens del nivell freàtic (figura 72).

Figura 72 /

Braç secundari de l'illa de les Gambires abans de l'actuació amb detall del grau d'acuirassament del llit. Fotos: ACA.

A més, durant el desenvolupament del projecte LIFE ALNUS es van instal·lar diversos sensors per garantir la presa en continuo de la mesura del nivell d'aigua del riu (figura 73) i els nivells piezomètrics de l'aqüífer a les illes de les Gambires (figura 74) i del Sorral, amb la finalitat d'obtenir informació bàsica per al control dels recursos hídrics, la dinàmica fluvial, la dinàmica de l'aqüífer i la relació riu (cabal) – aqüífer (nivell piezomètric). La mesura del nivell de l'aigua s'ha seguit mitjançant dues estacions hidromètriques, una situada al sud de la colònia de Lacambra (figura 73), i un altre aigua avall de la resclosa de Gallifa, al sud de l'illa del Sorral. Les lectures de nivell s'han transformat a cabal a partir d'una corba de desguàs que relaciona el nivell amb el cabal. Aquestes sensors continuen actius durant la fase de seguiment i avaluació de les actuacions, per un millor anàlisi.

Figura 73 /

Secció de control hidromètric situada uns 100 metres aigua avall de la fàbrica de la Farga Lacambra. L'estació està formada per un sensor de pressió que pren mesures del nivell d'aigua i temperatura en continuo. Foto: David Estany.

Figura 74 /

Instal·lació del piezòmetre de l'illa de les Gambires. Foto: Jordi Camprodon.

Per revertir aquestes condicions, doncs, era necessari elevar el nivell de la llera de forma que l'aigua tornés a circular pel braç secundari de l'illa. Això genera una pèrdua de secció (àrea de desguàs) i un increment de la capacitat d'erosió del riu per un mateix cabal. Per garantir l'estabilitat morfosedimentaria de l'actuació, es va preveure l'abocament de graves de més de 64 mm a la llera del riu, restituint d'aquesta manera les extraccions d'àrids anteriors a la zona afectada per les obres. La mida de les graves es va determinar per reduir l'erosió provocada pel corrent de l'aigua del riu; addicionalment, també es va eixamplar la llera principal pel marge esquerra a la zona d'obres, just aigua amunt de l'illa de Gambires, per reduir la velocitat de l'aigua i la capacitat d'erosió dels cabals.

Així doncs, a la part central de l'illa de Gambires es va dur a terme una campanya d'excavacions i el material resultant es va garbellar per separar la fracció de més de 64 mm de la resta. L'àrid gros es va abocar a la llera del riu i les fraccions de material de mida inferior van ser retornades a les zones excavades de l'illa.

6.11. Eliminació de flora al·lòctona a la meitat nord de l'illa de Gambires

L'illa de Gambires presentava una gran proliferació d'espècies al·lòctones amb caràcter invasor que havien colonitzat els espais oberts de l'interior de l'illa, principalment falsa acàcia o robínia (*Robinia pseudoacacia*) i secundàriament negundo (*Acer negundo*). Aprofitant els treballs de moviments de terres que s'havien d'executar per a l'obtenció de graves es va esbrossar i eliminar la flora al·lòctona en la part de l'illa afectada per les obres (figura 75).

Figura 75 /

Poblament de robínies a l'illa de les Gambires abans de l'actuació. Foto: Jordi Camprodon.

6.12. Eliminació de la passera que creuava el riu per l'illa del Sorral

A l'alçada de l'illa del Sorral existia una passera d'accés a una explotació d'àrids existent a la marge esquerra del riu que generava una discontinuïtat hidrosedimentaria. Es va realitzar el procediment de revocació de l'autorització (informació pública i resposta a al·legacions de l'activitat de l'explotació) i la passera va ser enderrocada (figura 76). S'ha seguit majoritàriament el principi de restauració passiva, tot i que s'han realitzat algunes actuacions per accelerar el procés de restauració (eliminació d'espècies llenyoses invasores i plantacions de reforç).

Figura 76 /

Passera construïda amb autorització per a activitats extractives que creuava el riu per l'illa del Sorral. Foto: Jordi Bas.

6.13. Treballs executats

Tot seguit es fa un resum dels treballs executats i els seus processos constructius.

a. Preparació del terreny

La primera fase va consistir en aclarir el terreny de l'illa de Gambires (Torelló) on s'havien de fer les excavacions. Les feines executades van ser:

- Eliminació de la massa arbòria de falses acàcies de forma manual amb motoserres (figura 77).

Figura 77 /

Tala d'espècies al·lòctones a l'illa de les Gambires l'any 2022. Fotos: Enghydra.

- Tala d'arbres, bàsicament pollancres procedents d'antigues plantacions de les zones on s'havia d'ampliar la llera del riu amb motoserres (figura 78).

Figura 78 /

Tala d'arbres propers a la llera del riu a l'illa de les Gambires. Fotos: Enghydra.

- Decapatge de la terra vegetal amb tractor i tragella (figura 79). Els primers 20 cm es van retirar fora de l'obra ja que es considerava que podien contenir llavors al·lòctones. La segona franja de 20 cm, és a dir, dels 20 als 40 cm de profunditat, també es va retirar però es va deixar a un costat de l'illa per poder-la reposar posteriorment.

Figura 79 /

Decapatge de la terra vegetal a l'illa de les Gambires. Fotos: Enghydra.

b. Excavacions

Posteriorment es van dur a terme els treballs següents:

- Excavació per a l'ampliació de l'amplada de la llera del riu Ter, entre la part situada més aigua amunt on s'inicia l'actuació fins a la zona on neix el braç secundari de l'illa de Gambires (figura 80). D'aquesta manera s'aconseguia reduir la velocitat de l'aigua i, per tant, disminuir els risc d'erosió de les graves abocades a la llera. Aquests treballs es van executar amb retroexcavadora de cadenes i camions per a moviments de terres.

Figura 80 /

Excavacions per a l'ampliació de l'amplada de la llera a l'illa de les Gambires. Fotos: Enghydra.

- Excavació per a l'extracció i garbellat de graves. A la part central de l'illa de Gambires es va fer l'excavació per extreure les graves superiors a 64 mm amb què es va reblir posteriorment la llera del riu. Aquests treballs es van fer amb la maquinària següent:
  - Excavació i alimentació de les terres excavades a la garbelladora mitjançant retroexcavadora amb cadenes (figura 81).
  - Garbellat del sòl excavat mitjançant garbelladora mòbil, que permetia accelerar el procés. Amb aquesta garbelladora se separaven en una pila les graves de més de 64 mm de la resta de fraccions, que es retornaven directament al clot excavat (figura 82).

Figura 81 /

Excavacions per a l'obtenció de graves a l'illa de les Gambires. Fotos: Enghydra.

Figura 82 /

Garbellat de terres excavades per a l'obtenció de graves de més de 64 mm a l'illa de les Gambires. Fotos: Enghydra.

- Adaptació de les entrades dels braços secundaris a la nova amplada de la llera.

Es van adaptar les entrades dels braços secundaris de l'illa de les Gambires i de les petites illes existents aigua amunt a l'ampliació de la llera principal del riu del marge esquerre (figura 83). Aquests braços havien estat funcionals i aporten heterogeneïtat i complexitat al sistema fluvial, valor que afavoreix la biodiversitat.

Figura 83 /

Adaptació de les entrades del braç secundari de l'illa de les Gambires. Fotos: Enghydra.

c. Reblert de la llera principal del riu

Aquesta fase es va executar paral·lelament a la fase de les excavacions. Els treballs que es van desenvolupar van ser els següents:

- Càrrega de les graves de més de 64 mm amb pala carregadora al camió articulat (figura 84).

Figura 84 /

Càrrega de graves amb pala carregadora a l'illa de les Gambires. Fotos: Enghydra.

- Transport i abocat a llera de les graves mitjançant camió articulat extravial (figura 85).

Figura 85 /

Transport i abocat a llera de les graves mitjançant camió articulat extravial a l'illa de les Gambires. Fotos: Enghydra.

- Estesa i reperfilat de les graves amb retroexcavadora amb cadenes (figura 86).

Figura 86 /

Estesa i reperfilat de les graves amb retroexcavadora amb cadenes a l'illa de les Gambires. Fotos: Enghydra.

- Formació de dic de pedra d'escullera encaixada amb pala carregadora (figura 87).

Figura 87 /

Formació de dic d'escullera permeable al riu Ter al nord de l'illa de les Gambires. Fotos: Enghydra.

Amb aquestes actuacions es va assolir l'objectiu que l'aigua tornés a passar pel braç secundari de l'illa de Gambires i de les petites illes d'aigua amunt (figures 88 i 89).

Figura 88 /

Circulació d'aigua pels braços secundaris al riu Ter al nord de l'illa de les Gambires. Fotos: Jordi Camprodon.

Figura 89 /

Braços secundaris de l'Illa de les Gambires totalment naturalitzats, just acabades les obres al sector. Maig de 2022. Fotos: Jordi Camprodon.

d. Recol·locació de terres

Paral·lelament a la fase anterior es van fer les tasques següents:

- Estesa i recol·locació de la fracció de terres de mida no superior a 64 mm i que no servien per reblir la llera del riu mitjançant retroexcavadora amb cadenes i camions (figura 90).
- Estesa de la capa de terra vegetal deixada a banda de las excavacions amb retroexcavadora i camió (figura 90).

Figura 90 /

Estesa de la fracció de material inferior a 64 mm a les zones prèviament excavades i estesa de la capa de terra vegetal mitjançant retroexcavadora al riu Ter a l'illa de les Gambires. Fotos: Enghydra.

e. Plantacions a l'illa de les Gambires

Un cop col·locades les terres de la zona excavada i estesa la terra vegetal es van fer les plantacions de forma manual, obrint un clot i fent un petit escossell, col·locant la planta i una petit llistó de fusta per poder veure-les quan creixi l'herba (figura 91). Posteriorment es van col·locar protectors al voltant de les plantes per evitar que els animals se les mengin. Finalment, se van dur a terme els regs, també de forma manual.

Les plantacions realitzades eren amb planta produïda de llavor (en el cas del vern i del freixe) i d'estaca de les diferents espècies de *Salix* sp., recol·lectats del mateix àmbit de l'actuació (Alt i Mig Ter) i produït als planters de Forestal Catalana a Breda. La composició de les plantacions es detalla a la figura 91.

Espècie	Nombre peus plantats
Alnus glutinosa	764
Fraxinus excelsior	765
Salix alba	380
Salix elaeagnos	290
Salix purpurea	180
Salix atrocinerea	371

Figura 91 /

Plantacions d'espècies llenyoses de ribera a l'illa de les Gambires. Fotos: Jordi Camprodon.

f. Retirada de la passera de l'illa del Sorral

Aquí es van dur a terme els treballs d'enderrocament i retirada de la passera de formigó que creuava la llera del riu a l'alçada del marge esquerre de l'illa del Sorral. La passera havia estat instal·lada decennis enrere, rehabilitada regularment després dels danys de diversos cops de riu per dues empreses extractives que la van fer servir per al pas de vehicles i maquinària pesada per a l'explotació de terrasses al·luvials properes per a l'obtenció d'àrids. Per facilitar la recuperació ambiental d'aquesta illa en el marc del projecte LIFE ALNUS, el permís per emprar la passera va ser revocat finalment per l'Agència Catalana de l'Aigua i per això la passera va poder ser enderrocada, pel mateix projecte, el maig del 2022. Aquests treballs es van dur a terme amb retroexcavadora de cadenes amb martell pneumàtic i amb retroexcavadora de cadenes amb pala (figura 92). La runa va ser transportada amb camions per al moviment de terres.

Durant els més de 25 anys d'existència la passera era utilitzada com a via de comunicació per vianants, ciclistes i vehicles a motor. Es va explicar la retirada de la passera i naturalització de l'espai als ajuntaments afectats. Malgrat l'arrelament del costum de pas, la justificació era clara: a) es tractava d'una estructura temporal per a ús industrial; b) es recuperava la dinàmica fluvial i s'incrementava la protecció de l'illa; c) s'eliminava el risc per a les persones durant els períodes de crescuda. Alguns usuaris es van queixar al principi. Però entengueren de seguida que es retirava la passera i es rehabilitava l'espai en benefici de la natura, alhora que es guanyava en seguretat i en tranquil·litat pels vianants i veïns a l'acabar-se el trànsit de vehicles.

Figura 92 /

Eliminació de la passera de l'illa del Sorral el maig del 2022. Fotos: Jordi Camprodon.

g. Plantacions a l'illa del Sorral

Un cop eliminada la passera, es va descompactar el terreny del camí de l'illa del Sorral i es van fer les plantacions de manera manual (figura 93), de la mateixa manera com s'havia fet a l'illa de les Gambires.

Figura 93 /

Plantacions un cop retirada la passera de l'illa del Sorral, el juny del 2022. Fotos: Enghydra.

CONCLUSIONS

1. La restauració hidromorfològica de la illa de les Gambires i del Sorral constitueix un projecte de restauració pròpiament, ja que ha millorat la qualitat hidromorfològica en les components de connectivitat longitudinal i lateral, i tanmateix, la millora i diversificació dels hàbitats aquàtics i riparis.

2. El desenvolupament d'algunes actuacions, com la eliminació de les falses acàcies, el garbellat i recol·locació de les graves i còdols a la llera principal (aquesta actuació inèdita a Catalunya), ha provocat desajustos que ha calgut reajustar amb canvis en les condicions tècniques per a la seva execució, per una millor eficiència econòmica i tècnica. Aquest fet pot servir en futurs projectes similars.

3. L'actuació d'enderrocament de la passera, com gran part dels enderrocaments d'estructures a la llera, s'ha valorat com eficient per la seva relació cost-benefici.

4. El manteniment que estableix el període de garantia és clau per al seguiment de les plantacions, donat que hi ha hagut mortalitat, esperable per les condicions climatològiques (any extremadament sec i calorós) i ha calgut fer reposició de marres (275 unitats).

5. Es considera de gran interès el seguiment de l'evolució d'aquesta restauració els propers anys per poder valorar els resultats obtinguts i el grau d'ajust segons la pròpia dinàmica fluvial. De fet, el seguiment que s'ha realitzat dins del projecte LIFE i que continuarà els propers anys (seguiment post-LIFE) ja posa de relleu els canvis positius observats pel què fa a macroinvertebrats aquàtics, peixos, ocells, mamífers i els hàbitats fluvials.

Basses de Gallissà, a la plana al·luvial del riu Segre, Bellver de Cerdanya / Foto: Jordi Bas.

7 /

L'ALT SEGRE. ACCIONS DEL LIFE ALNUS PER A LA RESTITUCIÓ DEL BOSC DE RIBERA

7 / L'ALT SEGRE. ACCIONS DEL LIFE ALNUS PER A LA RESTITUCIÓ DEL BOSC DE RIBERA

Miquel Rafa i Josep Maria Fabra

Fundació Catalunya La Pedrera

La Cerdanya és ben coneguda pel seu paisatge singular, amb la plana de camps i fileres d'arbres sempre emmarcada per les dues serralades del Pirineu axial i del Prepirineu interior (Cadí- Moixeró, Tossa d'Alp, etc.). El riu Segre i els boscos de ribera que el voregen formen part d'aquesta imatge de postal, però malauradament no han rebut l'atenció que es mereixen, tant pel seus valors naturals intrínsecs com pel seu potencial a nivell recreatiu i de turisme responsable. El bosc de ribera del Segre és el millor exponent a Catalunya del bosc al·luvial, segons han constatat els estudis cartogràfics del LIFE ALNUS.

El riu Segre ha sofert diverses obres d'endegament del seu curs per tal d'evitar les inundacions que en dècades passades havien afectat a aquesta zona o per a reparar els danys ocasionats per les riuades. Aquestes actuacions, no obstant, també han evitat una dinàmica natural del riu, en desbordar periòdicament el seus marges i inundant les zones contigües de bosc de ribera, i perdent així l'aportació d'aigua i sediments necessaris per al seu bon funcionament ecològic. Aquest fet ha provocat el deteriorament de bona part dels boscos de ribera de la plana de la Cerdanya, uns boscos de plana al·luvial de gran extensió i amplitud, relictes del paisatge que en altres èpoques eren característics de bona part dels rius d'Europa (figura 94).

Figura 94 /

Visió general de l'espai natural de les basses de Gallissà. Al fons, la població de Bellver de Cerdanya. Foto: Jordi Bas.

És en aquest marc que dins el projecte LIFE ALNUS, la Fundació Catalunya La Pedrera es planteja actuar en l'àmbit de les Basses de Gallissà, a 1,5 km aigües avall del nucli de Bellver de Cerdanya. Una zona al marge esquerra del Segre just abans de travessar l'estret del turó de Gallissà, que algunes dècades enrere havia format part de la llera del riu (figura 95). Posteriorment, es va convertir en una zona d'extracció d'àrids, i posteriorment va acabar abandonada i convertida en un abocador de runa (figura 96). La Fundació va fer una primera restitució ambiental en aquesta zona l'any 2002, en que va treure gran part de la runa i va convertir un gran abocador en una zona d'ús públic amb basses aïllades, passeig fluvial, cartellera, mobiliari i aparcament, transformant la zona en un mosaic amb llacunes, bosc de ribera i prats de dall (figura 97).

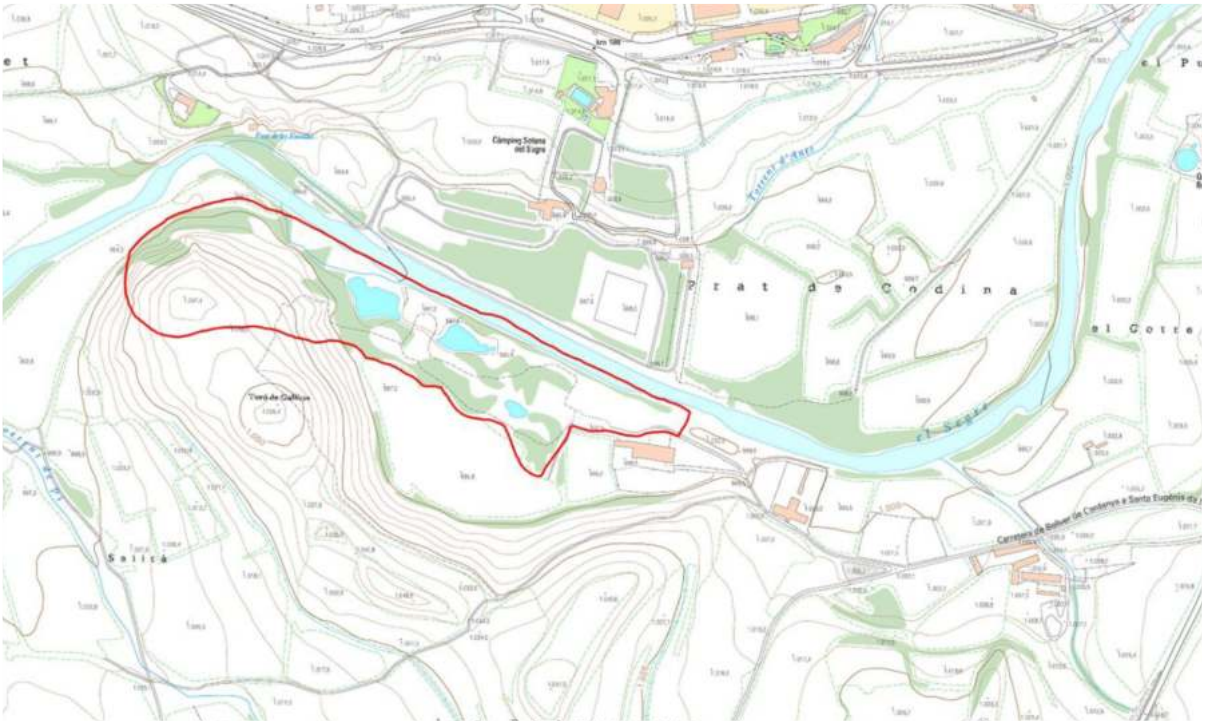


Figura 95 /

Mapa topogràfic de localització de les Basses de Gallissà (Bellver de Cerdanya), amb les tres llacunes independents.

Malgrat això, el arbres de ribera existents a la zona tenien tendència a anar-se secant, i no es mostrava una regeneració de nou arbrat, excepte a tocar de les basses. A més, les llacunes mostraven un elevat nivell d'eutròfia, i tot i que les dues basses situades aigües avall estaven interconnectades entre elles, i de manera temporal amb el riu, la fauna aquàtica observada era molt pobra, amb un baix nivell de biodiversitat. El bosc de ribera havia quedat desconnectat del riu, i no tenia les condicions ecològiques que en permetessin la seva subsistència: inundacions temporals, aportació de sediment i contacte amb el nivell freàtic. Les causes d'aquesta desconnexió eren la mota que separava el riu de la zona de les basses, i la incisió del riu en la seva llera com a conseqüència d'estar el canal fluvial confinat per les motes i esculleres del seu recorregut, que n'impedeixen el desbordament lateral, el desconnecten de les riberes i n'acceleren el flux d'aigua, incrementant el poder erosiu sobre la llera, i ajudant encara més a rebaixar el nivell del freàtic.

Figura 96 /

Evolució de l'espai de Gallissà 1946-2016. En la imatge del 1946, es pot veure en la zona actual on estan les basses, diversos canals que s'entrecreuen i una àmplia plana al·luvial coberta d'unitats sedimentàries actives (barres i illes sense vegetació) a les dues ribes del riu. Font: Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya.

Figura 97 /

Esquema de les Basses de Gallissà (Bellver de Cerdanya), abans de l'actuació del LIFE ALNUS, amb les basses, els itineraris i els principals elements paisatgístics.

L'anomenat *espai fluvial* és una banda geomorfològica i ecològicament activa, de màxima eficiència i complexitat com a sistema natural. Aquesta hauria de ser ample, continua, inundable, erosionable, especialment sense defenses ni estructures que trenquin la connectivitat dins l'espai fluvial (Ollero et al., 2008). Això li aporta al riu la llibertat, el territori que necessita per desenvolupar de forma natural la seva geomorfologia i l'amplada adequada per al desenvolupament de la ribera. Amb tot l'anterior, el LIFE ALNUS planteja recuperar al màxim l'espai fluvial de la zona, i que permeti al riu recuperar tot sol els impactes soferts mitjançant la recuperació dels seus processos hidro-morfològics dins un territori lliure de suficient amplada, i retornar les condicions ecològiques necessàries pel bosc de ribera. En aquest sentit, l'objectiu proposat passava per realitzar les següents actuacions (figura 98):

a) Interconnectar de manera permanent (o quasi permanent) les 3 llacunes amb el riu, per fomentar un flux d'aigua continu, pujar el nivell freàtic i garantir la renovació de l'aigua per evitar-ne l'eutròfia.

b) Treure la mota de separació de l'espai natural de les basses de Gallissà. A l'entrada de l'espai de Gallissà, existia un gual on la mota era absent, però degut al relleu de la zona, era poc funcional i no garantia la inundació en cas d'avinguda del riu. L'objectiu d'aquesta actuació era el de trencar la mota en 2 punts (figura 98) per garantir que en cas d'avinguda el riu pogués desbordar i inundar la zona i evitar que l'aigua anés cap a l'altra riba del riu, on hi ha un càmping.

c) Reforçar el bosc de ribera amb replantació de verns (*Alnus glutinosa*), salzes (Salix alba), freixes (*Fraxinus excelsior*) i pollancres (*Populus nigra*).

d) Reforçar l'ús públic de la zona amb cartelleria nova explicant el projecte, una nova passera, i fent la zona més atractiva ressaltant els valors del bosc de ribera.

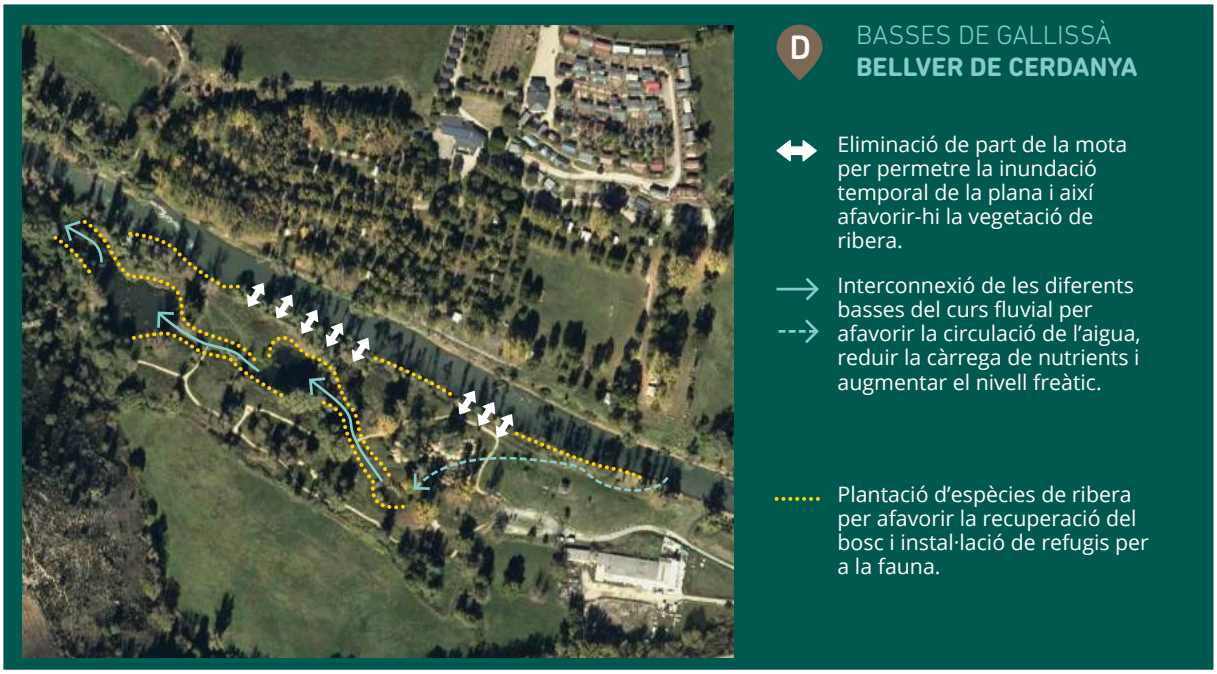


Figura 98 /

Esquema de l'actuació del LIFE ALNUS a Basses de Gallissà (Bellver de Cerdanya), amb la nova circulació d'aigua, les obertures de les motes i la replantació d'arbres de ribera.

Acció 1. Interconnexió de basses amb el riu.

S'instal·la un tub soterrat de 85 m de longitud i diàmetre 50 cm per connectar la primera bassa aigües amunt amb el riu. Es fa una petita represa de pedres al riu per assegurar l'entrada d'aigua, i es posa una reixa de ferro a l'entrada del tub per garantir que no entren pedres grans que poguessin obturar el tub, però permeable al pas dels peixos. També es posa una comporta que permeti tallar el flux d'aigua en cas de necessitat, o per fer-ne el manteniment.

S'obre un canal i es rebaixen els marges, per connectar la bassa anterior amb la següent aigües avall, i permetre així la circulació d'aigua (figura 99). Aquesta segona bassa, ja es troba interconnectada amb la tercera, i aquesta darrera té una obertura per la qual es connecta de manera temporal (quan el nivell és prou alt) a un braç lateral del Segre. D'aquesta manera, s'estableix una circulació natural que interconnecta les tres basses, amb un flux quasi permanent d'aigua, incrementant el nivell de les basses, pujant el freàtic, garantint la renovació de l'aigua i fomentant la biodiversitat de l'indret (figura 100).

Figura 99 /

Canal entre bassa 1 i 2, amb plantació d'arbres i la nova passera al fons. Foto: Jordi Bas.

Figura 100 /

Sortida del tub a la bassa 1 just acabat d'instal·lar (octubre 2019). Un cop en funcionament, queda la major part del temps per sota el nivell d'aigua. Foto: Jordi Bas.

Acció 2. Eliminació de motes.

Les motes són defenses longitudinals que tracten d'impedir el desbordament i la inundació durant les riuades. Separen, per tant, la llera menor del riu respecte dels usos humans que s'han instal·lat a la llera major o plana d'inundació. Amb l'acció 2 es retiren 2 trams de mota, respectant al màxim els arbres de ribera que hi ha a la zona, i evitant que el pas de maquinària malmeti la zona.

El primer, aigües amunt, té 30m de llargària i una alçada d'entre 0,5 i 1m i entre 1 i 2m d'ample, i està previst que en cas d'avinguda, aquest tram permeti a l'aigua del riu trobar una sortida des d'un punt en que l'aigua entra pel gual aigües amunt, ja que en aquesta zona de l'espai hi ha una doble mota, al costat del riu i al turonet, fora de zona inundable, on estan les barbacoes i el mobiliari de la zona de pícnic, emplaçades just abans d'entrar a l'espai de les basses (figura 101).

Figura 101 /

Primera mota enretirada i rebaixada. Es pot veure pel material més groller del terra, entre la primera filera d'arbres (el riu queda just a la dreta d'aquests) i el camí. També es poden veure alguns tutors de la plantació d'arbres i indicis de que el riu ha superat la mota en una crescuda associada al temporal Gloria (gener del 2020), i ha entrat aigua cap a les basses. Fotos: Fundació Catalunya La Pedrera.

El segon tram consta d'uns 40 m, entre 0,75 i 1,5 m d'alçada i entre 2 i 3 m d'ample i que separa la bassa 2 del riu, L'objectiu de trencar aquest tram de mota és permetre la inundació de l'espai de mes basses en cas d'avinguda. Un segon objectiu es alleugerir la pressió sobre la riba annexa, on hi ha situat un càmping. En conjunt, es millora la connectivitat funcional i visual de l'espai de les basses amb el riu (figures 102-104). El material extret d'ambdues motes, una barreja de sediments fluvials i restes de runa, es retira i es porta a l'abocador.

Figura 102 /

Màquina excavant un dels canals d'interconnexió entre basses. Foto: Jordi Bas.

Figura 103 /

Aspecte de la mota just després de ser retirada i replantada parcialment (novembre de 2019). Foto: Fundació Catalunya La Pedrera.

Figura 104 /

Mota retirada des de l'altra banda de la bassa annexa. Es poden veure els tutors de la plantació d'arbres de ribera, i com s'ha recuperat la visual amb l'altra riba del Segre, on hi ha el càmping. Foto: Fundació Catalunya La Pedrera.

Acció 3. Plantació d'arbres de ribera.

Les zones amb terres remogudes es sembren amb herbàcies de la zona per fomentar una ràpida renaturalització i donar estabilitat als talussos. D'altra banda, als canals oberts, a les vores de les basses i al tram paral·lel al riu, s'han plantat verns, salzes, freixes i pollancres per ajudar a la consolidació del bosc de ribera que antigament hi havia a la zona. La planta provenia de les llavors i estaques recol·lectades a la zona i produïdes als vivers de l'empresa pública Forestal Catalana. La taula 4 mostra les espècies de ribera plantades. Una gran part, anaven acompanyades de tutors. Els arbres grans, s'ha fet un escocell que s'ha emplenat en part amb terra vegetal (figures 105 i 106).

Taula 4 / **Planta plantada a l'espai inundable de les basses de Gallissà (Bellver de Cerdanya).**

Espècie arbòria	Grandària	Format	Quantitat
Alnus glutinosa	200-250 cm d'alçada	Contenidors de 12 litres	300
Alnus glutinosa	20-25 cm d'alçada	FP	500
Salix alba	20-25 cm d'alçada	FP	250
Fraxinus excelsior	20-25 cm d'alçada	FP	200
Populus nigra	20-25 cm d'alçada	FP	50

Figura 105 /

Vista de la bassa 3 i els tutors amb els plançons d'arbres de ribera, març 2021. Foto: Fundació Catalunya La Pedrera.

Acció 4. Sensibilització ambiental i adequació de l'ús públic.

Per explicar el projecte LIFE ALNUS a la ciutadania, i explicar les intervencions fetes a la zona, s'instal·len uns plafons explicant la plantació, i un plafó més gran a l'entrada de l'espai explicant el projecte LIFE ALNUS. També es retiren i restitueixen alguns plafons antics malmesos, i una tanca de bruc que protegia la bassa aigües avall, on hi havia un mirador d'ocells, però que degut a l'estat de les aigües hi havia molt poca varietat d'espècies. L'objectiu és donar continuïtat i profunditat al camp visual de la zona. També s'instal·la una nova passera que salva el desnivell del canal que connecta la bassa 1 amb la 2, i que dona un nou atractiu a la zona (figura 107 i següents).

Figura 106 /

Arbres plantats al canal entre la bassa 2 i la 3, i al voltant d'aquesta. A la dreta de la imatge, es pot veure la pantalla de bruc que separava a bassa 3 de la resta de l'espai, i que es va enretirar. Al fons, la bassa 3 amb un nivell important d'eutrofització. Foto: Fundació Catalunya La Pedrera.

Figura 107 /

Adequació nova cartelleria a l'espai. Foto: Fundació Catalunya La Pedrera.

Figura 108 /

Adequació itineraris i nova cartelleria. Foto: Fundació Catalunya La Pedrera.

Figura 109 /

Vista des del turó de Gallissà de tota la zona, posterior a la intervenció del LIFE ALNUS (març de 2021). Foto: Fundació Catalunya La Pedrera.

Alt Segre- un projecte de futur per als boscos riparis de la Cerdanya

Un cop realitzades les accions de restauració del LIFE ALNUS a les basses de Gallissà i amb tot el coneixement generat pel projecte en la fase d'anàlisi de les vernedes a Catalunya, quedava clara la importància de plantejar i estructurar una visió de futur per als boscos de ribera de l'Alt Segre (amb una superfície actual de 154 ha), atenent a la seva importància en el context ibèric i al estat actual de conservació, bona en termes generals però manifestament millorable.

Per aquest motiu, i com a acció gestada dins el període LIFE però amb uns mitjans i recursos addicionals al projecte, la Fundació Catalunya La Pedrera va encarregar un avantprojecte ("Propostes per la protecció, restauració i valorització del paisatge al·luvial de la Cerdanya", 2019), per tal de donar forma a aquesta visió de futur dels boscos del Segre, en forma d'estratègia d'actuació, i poder-ho plantejar a les autoritats locals (Ajuntaments i Consell Comarcal), així com al Govern de la Generalitat de Catalunya (figura 110).

Figura 110 /

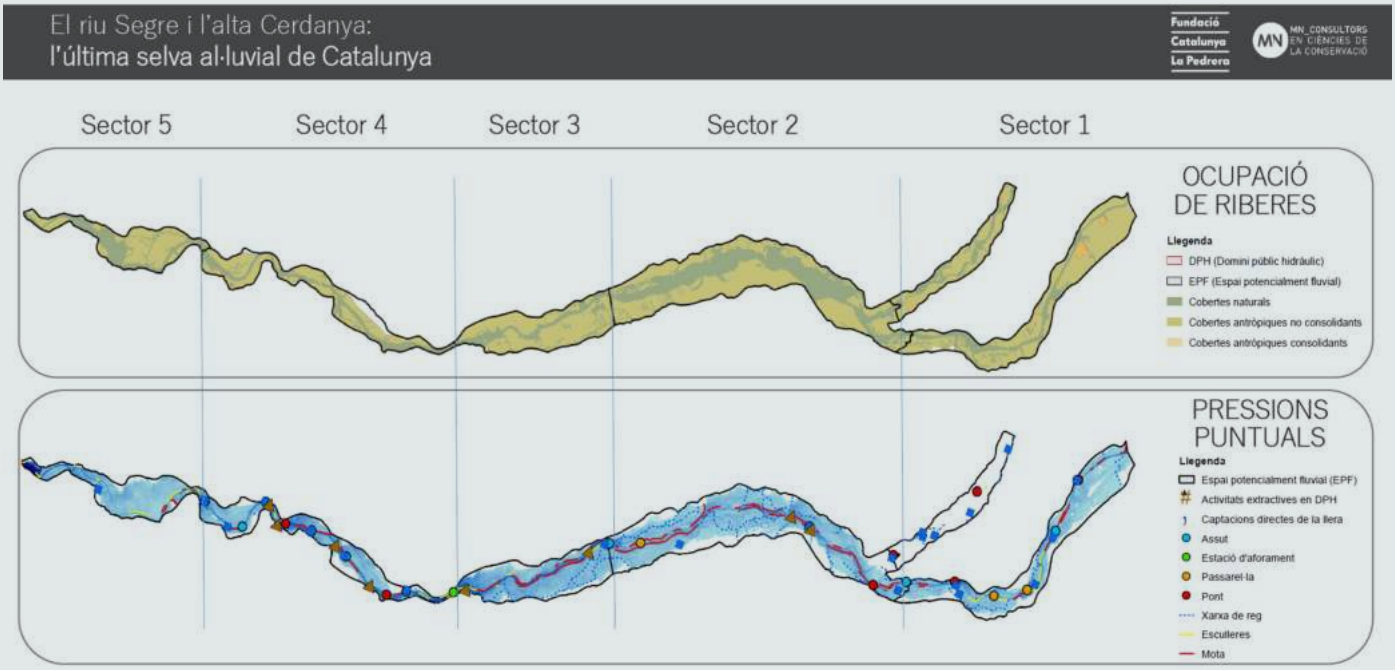
Document inicial del Projecte presentat als Ajuntaments, Consell Comarcal i Generalitat de Catalunya (2019).

Aquesta proposta tenia una component doble:

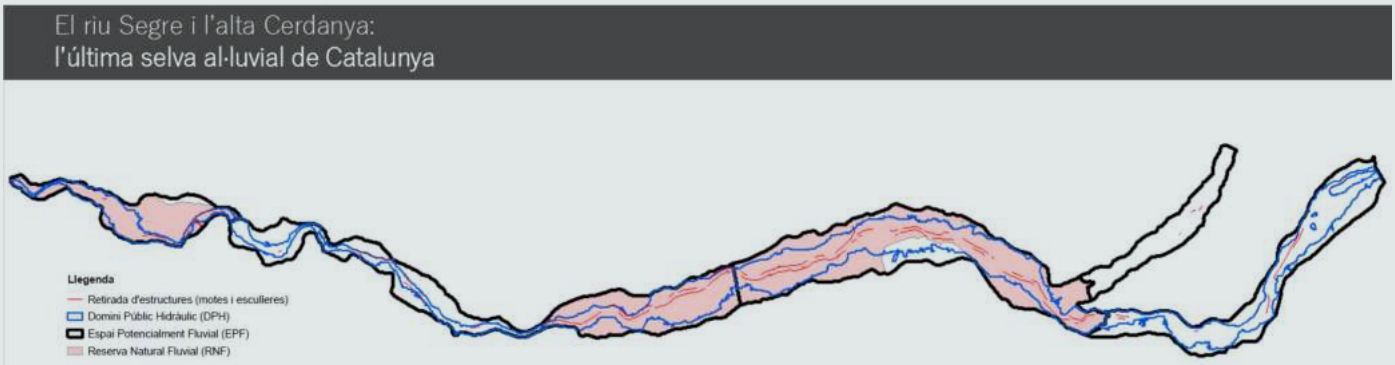
1. Conservació i restauració dels espais de ribera: La restitució del bosc de ribera d'inundació a la plana de la Cerdanya, allà on sigui possible, amb la definició de les infraestructures que dificulten les dinàmiques naturals i les accions de restauració hidrològica i del bosc fluvial que correspongui realitzar.
2. Valorització social i econòmica ("Camí del Riu"): L'establiment d'un itinerari fluvial entre Martinet de Cerdanya i Llívia, per tal de poder recórrer aquests espais fluvials i generant un actiu turístic i de comunicació pedestre i no motoritzada entre els nuclis de la plana, naturalment respectant les zones de major sensibilitat ecològica.

La part de conservació i restauració de l'espai fluvial va ser encarregat a l'empresa MN Consultors (també soci del projecte LIFE ALNUS) i que tenia l'experiència i coneixement prèvia en la zona desenvolupada al llarg de la fase d'estudi del LIFE ALNUS.

En aquesta diagnosi es fa un estudi de detall de 5 sectors en unes 262 ha de ribera, preveient accions de retirada d'esculleres i motes dins el DPH, la restitució dels hàbitats fluvials en aquests sectors, l'adquisició de finques i acords de custòdia, així com l'ampliació de l'actual Reserva Natural Parcial del Segre, amb un cost total estimat d'actuacions entre 6,8 i 10,2 M€ (figura 111).



RESUM DIAGNÒSI: TRAMIFICACIÓ



SECTOR	1) Objectius en DPH						2)Objectius fora de DPH	COST EXECUCIÓ	
	Retirada d'esculleres		Retirada de motes		Sup. Actuació (dins d'EPF)		(Ampliació RNF)	entre	
	ml	%	ml	%	ha	%	ha		
1	564.82	29%	1,631.76	72%	128.83	41%	0.00	1,040,000 €	1,560,000 €
2	320.56	100%	7,896.47	100%	210.85	55%	132.01	2,000,000 €	3,010,000 €
3	930.00	92%	3,680.33	100%	90.53	57%	67.42	2,370,000 €	3,550,000 €
4	48.87	6%	1,316.11	81%	47.87	32%	0.00	830,000 €	1,240,000 €
5	835.15	64%	956.32	100%	49.15	41%	63.32	600,000 €	900,000 €
TOTAL	2,699.40	50%	15,480.98	94%	527.23	47%	262.75	6,840,000 €	10,260,000 €

Figura 111 /

Trams d'actuació proposats per l'avantprojecte "Propostes per la protecció, restauració i valorització del paisatge al·luvial de la Cerdanya" (2019).

El segon bloc del camí fluvial va ser encarregat a l'empresa ACNA, especialitzada en senderisme, i que havia estat desenvolupant les Vies Blaves del Llobregat per encàrrec de la Diputació de Barcelona. El traçat proposat, exclusivament per a vianants, té una llargada de 38,4 km i una amplada mínima de 2,5 m. En bona part ressegueix camins i infraestructures (passeres) ja existents a la vora del riu (en un 70 %). Es proposen construir fins a 3 passeres o ponts penjants sobre el riu (figura 112 i següents). El detall es pot consultar en versió Instamaps a: https://www.instamaps.cat/visor.html?businessid=33ea9ab7dcc3c5a0fd979deb66197f7a&-3D=fal#12/42.3143/1.8279

La proposta es va presentar en un Consell d'Alcaldes de la comarca de la Cerdanya a l'octubre de 2019, obtenint un primer vistiplau dels 17 alcaldes i del Consell Comarcal de la Cerdanya a la iniciativa. Posteriorment, es van realitzar diverses reunions de treball amb cadascun dels ajuntaments implicats, per tal d'anar concretant aspectes concrets de detall de la part que afectava a cada terme municipal.

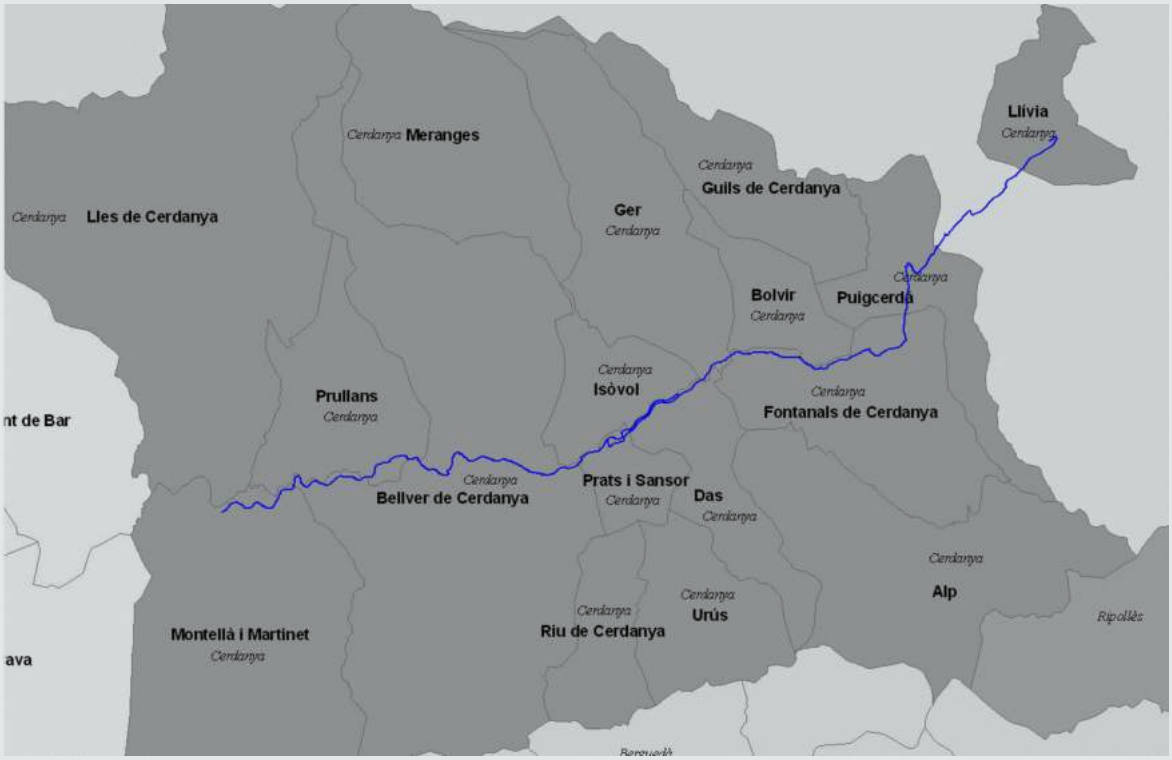


Figura 112 /

Traçat de la proposta (avantprojecte) del Camí del Segre, entre Martinet i Llívia.

Figura 113 /

Mapa de les actuacions principals plantejades al "camí del Segre".

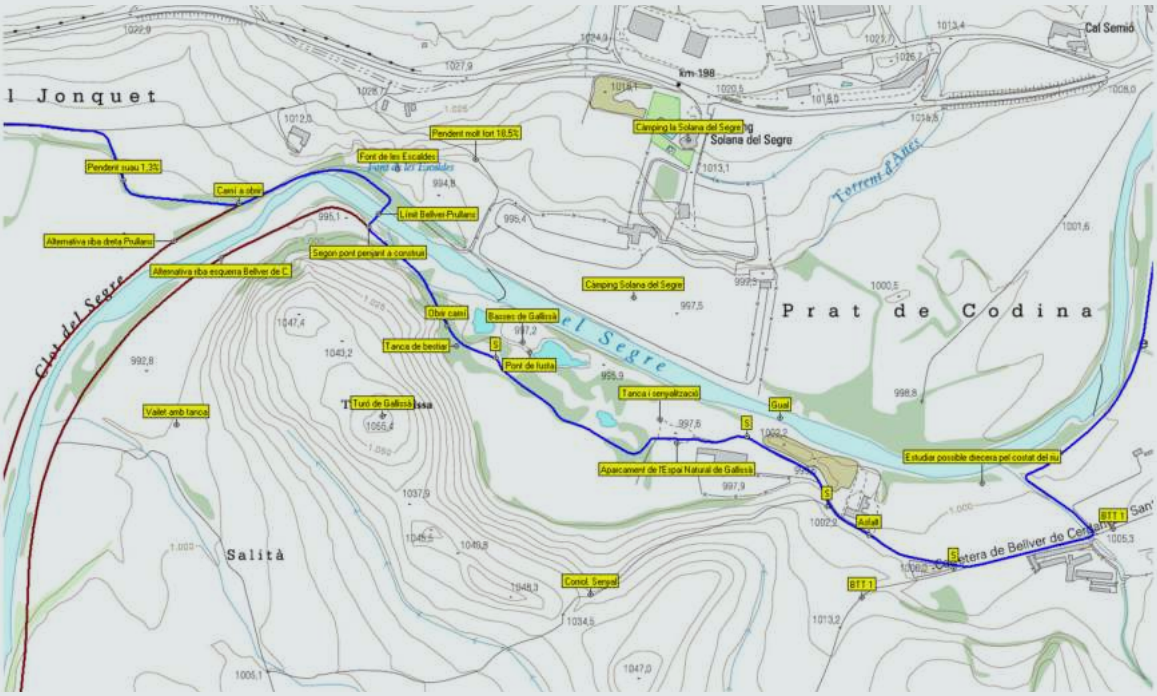


Figura 114 /

Detall de la proposta (avantprojecte) del Camí del Segre, al seu pas per les Basses de Gallissà (Bellver de Cerdanya).

Posteriorment, a finals de 2019 i primers de 2020, aquesta proposta va ser presentada al Govern de la Generalitat de Catalunya (Secretaria de Medi Ambient i Direcció General de Polítiques Ambientals i Medi Natural), obtenint també un aval polític per a la seva implementació, així com el compromís de defensar aquest projecte davant la Confederació Hidrogràfica de l'Ebre.

El projecte, tot i les dificultats operatives durant la pandèmia del 2020-21, també va ser presentat a l'associació ambiental local Ceretània, que el va acollir molt favorablement.

Pel que fa al finançament, la proposta es va poder incloure dins una programa europeu per a poder optar als ajuts Horizon2020 en la seva convocatòria Green Deal dins el consorci europeu "Blue Rivers", proposant aquest projecte com a exemple de restauració de riu europeu on es destacava el seu valor ambiental i, alhora, turístic. Malauradament, el projecte no va ser seleccionat atesa l'elevada participació en aquesta convocatòria (1 únic projecte europeu seleccionat dins l'àmbit terrestre, entre més de 200 candidats).

No obstant això, el Consell Comarcal de la Cerdanya, amb l'assistència de la Fundació, va presentar les actuacions dissenyades a l'avantprojecte del "Camí del Riu" a la convocatòria Next Generation 2021, dins el programa presentat per la Diputació de Lleida "Naturalment Lleida", obtenint un ajut de 350.000€, que es preveu sigui licitat i executat entre el 2023 i el 2025. Es preveu que es pugui redactar un projecte executiu per a tot el tram, així com diverses actuacions e infraestructures del camí, dins la província de Lleida. Igualment, es preveu que el Consell Comarcal seguirà optant a més recursos dins les convocatòries 2022 i 2023 del programa Next Generation, incloses també les mesures de restauració ambiental proposades.

Pel que respecta a la planificació ambiental, es va considerar molt necessari plantejar aquesta proposta davant la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE), cosa que es va fer mitjançant una aportació presentada per la Fundació (amb el suport de l'associació Ceretània) dins el període d'Informació Pública del Pla Hidrològic de la Conca de l'Ebre: "*Propuesta de inclusión de un tramo del río Segre* (*Cerdanya, Lleida*) *como nueva reserva natural fluvial de la Demarcación del Ebro* (*octubre 2020*)*"*, així com en una reunió telemàtica amb responsables de la Oficina de Planificación Hidrológica del a CHE. El resultat d'aquesta proposta és que la CHE no veu factible la declaració com a Reserva Fluvial al tram del Segre de la Cerdanya, al faltar-li la naturalitat suficient que demana aquesta figura de protecció. No obstant, sí que va manifestar interès en seguir avançar en les actuacions hidrològiques i de protecció plantejades, dins el nou període de programació de la conca. No obstant, caldrà veure finalment quines d'aquestes propostes poden entrar finalment en la programació del Pla Hidrològic de l'Ebre, i seguir insistint en la seva necessitat per motius ambientals i de millora contra les avingudes i crescudes del riu.

Verneda a dinàmica natural dins la reserva del riu Segre de la Fundació Catalunya La Pedrera / Foto: Jordi Bas.

Mostreig de vegetació de ribera i macròfits aquàtics. Riu Segre, Bellver de Cerdanya / Foto: Jordi Bas.

8 /

SEGUIMENT D'INDICADORS BIOLÒGICS I HIDROMORFOLÒGICS

8a / INDICADORS DE SEGUIMENT DEL PROJECTE LIFE ALNUS: HÀBITATS AQUÀTICS

Marc Ordeix, Rosa Gurí, Laia Jiménez, Èlia Bretxa, Núria Sellarès, Marta Jutglar i Francesc Llach

Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis (CERM). Universitat de Vic-Universitat Central de Catalunya

8a.1. Introducció

El projecte LIFE ALNUS ha emprat diversos indicadors de seguiment dels ambients o hàbitats aquàtics (basats en els macroinvertebrats i els peixos) i de ribera (en relació amb estacions forestals, ocells, rat-penats i carnívors) amb l'objectiu d'avaluar, sempre que sigui possible, el resultat de les actuacions efectuades en el marc d'aquest projecte.

Els objectius específics d'aquest seguiment eren els següents:

1. Avaluar l'efecte de les actuacions de conservació i restauració dels hàbitats en relació a les comunitats i organismes bioindicadors: i) establiment d'un règim de cabals ambientals al riu Ter i al riu Congost; ii) restauració hidromorfològica del riu i el bosc de ribera a les conques del Segre, el Ter i el Congost (vegeu-ne els capítols corresponents en aquest manual).
2. Conèixer les variables a escala d'hàbitat i del conjunt dels sectors estudiats, que influeixen en la riquesa i l'abundància de grups taxonòmics i bioindicadors aquàtics i de ribera.

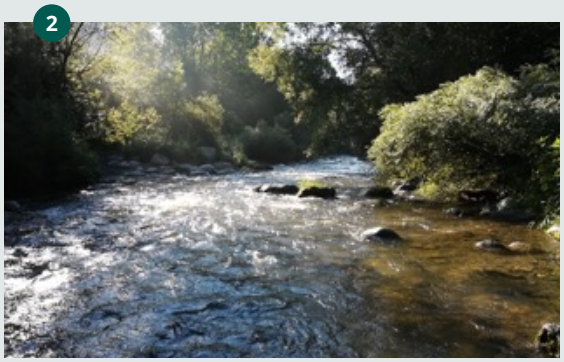
En aquest capítol es descriuen bàsicament els indicadors associats als hàbitats aquàtics. Els mostreigs s'hi van dur a terme durant el període 2018-2020 arreu; al riu Ter al seu pas per la comarca d'Osona, s'hi van allargar fins a l'any 2022.

8a.2. Àrees d'estudi

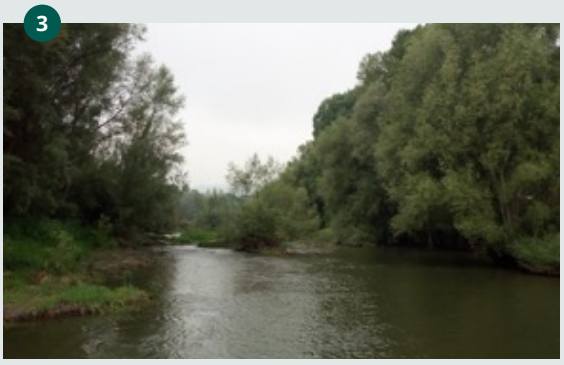
Aquests seguiments es van efectuar a quatre sectors de tres conques fluvials catalanes diferents, una més urbana i industrial (el Congost), les altres dues més rurals, amb un entorn agrícola i ramader intensiu (el Ter) i extensiu (el Segre). Concretament, a cada sector s'ha intentat testar el següent (figura 115):

1. Riu Ter a Camprodon (comarca del Ripollès): establiment d'un règim de cabals ambientals.
2. Riu Ter a les Masies de Voltregà i Torelló (comarca d'Osona): establiment d'un règim de cabals ambientals i restauració hidromorfològica del riu i el bosc de ribera.
3. Riu Congost (conca del Besòs) a la Garriga, Canovelles i Granollers (comarca del Vallès Oriental): establiment d'un règim de cabals ambientals i restauració hidromorfològica del riu i el bosc de ribera.
4. Riu Segre (conca de l'Ebre) a Bellver de Cerdanya i Prullans (comarca de la Cerdanya): restauració hidromorfològica del riu i el bosc de ribera.

Riu Segre a Bellver de Cerdanya (la Cerdanya).



Riu Ter a Camprodon (el Ripollès).



Riu Ter a les Masies de Voltregà (Osona).

Riu Congost a la Garriga (el Vallès Oriental).

Figura 115 /

Àrees d'estudi del projecte LIFE ALNUS. Cartografia de base: Agencia Catalana de l'Aigua.

8a.3. Metodologia

L'avaluació efectuada parteix d'un enfocament basat en les anàlisis Before-After-Control-Impact (BACI). Es fonamenta en el mostreig, com a mínim, de dos períodes diferents: abans i després de la realització de les actuacions de restauració, comparant sectors restaurats amb altres de control, tant abans com després del possible impacte. Es tracta d'un mètode eficaç per avaluar les pertorbacions naturals i induïdes per l'home en variables ecològiques. Aquí es va fer cada any, a la primavera-estiu i a la tardor, per obtenir aquesta informació, també, abans després de la secada estival.

Es van fer mostreigs quantitatius multi-hàbitat dels macroinvertebrats aquàtics (MAGRAMA, 2013; seccions 1-8), que permet el càlcul de diversos índexs de qualitat biològica de l'aigua (figura 116): IBMWP (Alba-Tercedor & Sánchez-Ortega, 1988; Alba-Tercedor et al., 2002), FBILL (Prat et al., 2000a), IASPT (Alba-Tercedor et al., 2002), EPT (nombre de famílies pertanyents als ordres Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera; Lenat, 1983) i OCH (nombre de famílies dels ordres Odonata, Coleoptera i Heteroptera; Lenat, 1983). Es calcula la biomassa seca lliure de cendres (AFDM) per estimar la biomassa (DW) de macroinvertebrats aquàtics a cada lloc de mostreig per família/gènere.

Es va avaluar el poblament de peixos per sistemes de pesca elèctrica (composició taxonòmica, individus/100m i biomassa/ha), d'acord amb el document BIORI (*Protocol d'avaluació de la qualitat biològica dels rius*) de l'Agència Catalana de l'Aigua

Figura 116 /

Imatges de diversos mostreigs d'ambients aquàtics de les àrees d'estudi del projecte LIFE ALNUS. Font: CERM-UVic-UCC.

Arrels de vern submergides, magnífic exemple de l'associació entre el bosc i la llera inundada (riu Fornès, conca del Ter) / Foto: Jordi Bas.

(2006) i, al seu torn, segueix la norma CEN UNE-EN 14011:2003 (*Water Quality – Sampling of fish with electricity*; European Commission, 2003). També es prenen mesures d'amplada, profunditat i velocitat de l'aigua cada 10 metres de cada tram mostrejat, per recopilar dades addicionals d'hàbitat aquàtic i determinar l'àrea de mostreig de peixos. Finalment, se'n calcula l'index IBICAT (Sostoa et al., 2012).

El mostreig es complementava amb el càlcul de paràmetres hidromorfològics: de l'hàbitat fluvial (per al càlcul dels índexs IHF i RBPS; Pardo et al., 2002; Barbour et al., 1998, respectivament) i la qualitat de la vegetació de ribera (per al càlcul de l'índex QBR; Munné et al., 2003), seguint les indicacions de la Directiva Marc sobre l'Aigua (CEE, 2000) i els criteris adoptats per l'Agència Catalana de l'Aigua. A més, es va fer una cartografia detallada dels meso-hàbitats de la llera per a la seva representació gràfica geo-referenciada de la distribució dels hàbitats aquàtics i tractament de dades, mitjançant el Sistema d'Informació Geogràfica Miramon (Pons, 2004). També s'hi van determinar paràmetres fisicoquímics de l'aigua per mitjà de sondes portàtils (pH, conductivitat elèctrica, temperatura i oxigen dissolt) i el cabal de cada punt de mostreig (pel mètode velocitat-àrea; Hauer & Lamberti, 2007). Complementàriament, per mitjà del projecte Life Alnus, es van instal·lar i consultar regularment 5 estacions d'aforament noves (consultables en línia: https://lifealnus.eu/aca-smarty-planet): 2 al riu Ter al Ripollès (riu amunt i riu avall de la resclosa del Mariner, a Camprodon), 2 al riu Ter a Osona (riu amunt i riu avall de la resclosa de Gallifa, a les Masies de Voltregà), i 1 a Canovelles (riu avall de la bassa del Fangar). També es va consultar l'estació d'aforament del Congost, ja existent, de l'Agència Catalana de l'Aigua a la Garriga (http://aca-web.gencat.cat/aetr/vishid).

8a.4. Resultats obtinguts

De manera preliminar i en conjunt, s'observa una millora dels ambients aquàtics i de ribera després de les actuacions efectuades, pendent d'una anàlisi més aprofundida i a mitjà termini, especialment al riu Ter a Osona, tenint en compte que alguns treballs s'hi van executar a finals de l'any 2022.

8a.4.1. Alt Ter (el Ripollès)

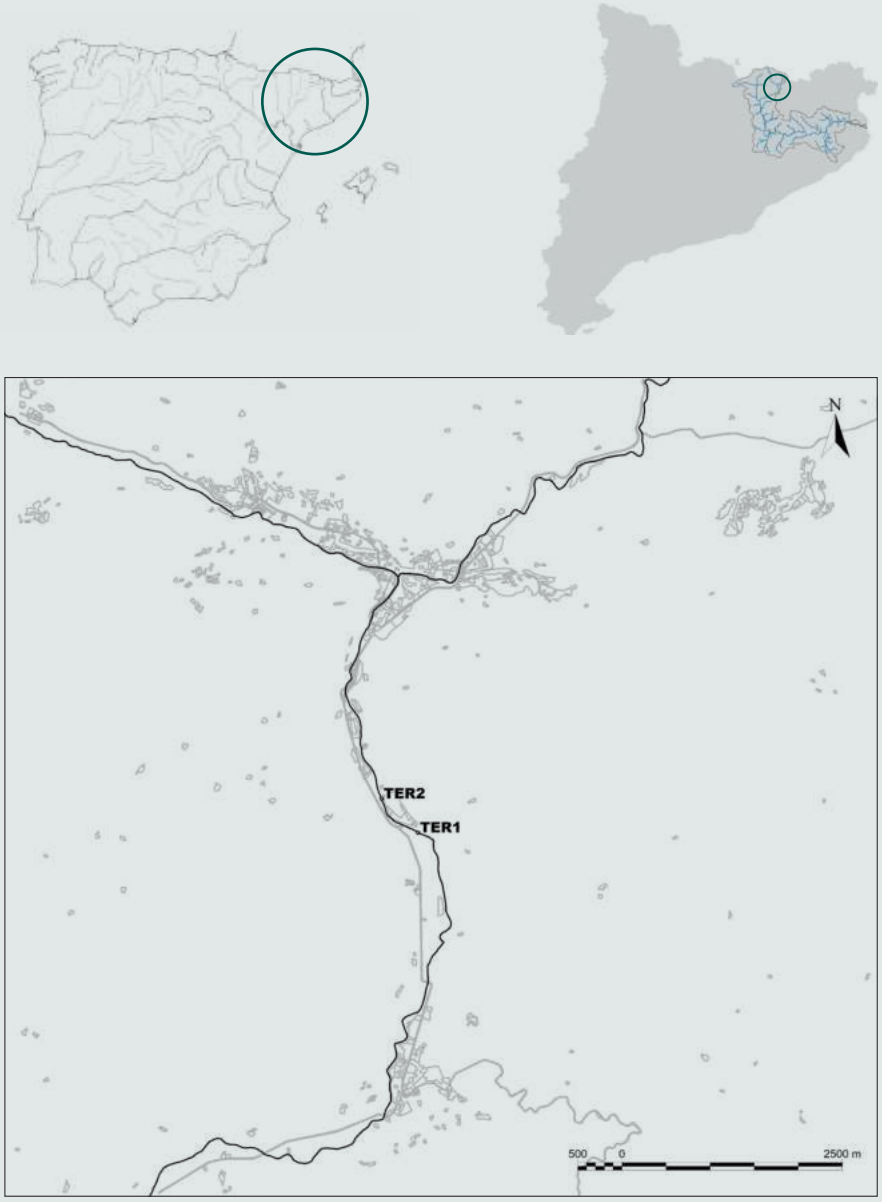


Figura 117 /

Punts de mostreig del projecte LIFE ALNUS al riu Ter al Ripollès el període 2018-2020. Llegenda: TER1: riu amunt de la resclosa del Mariner (Camprodon); TER2: riu avall de la resclosa del Mariner (Camprodon).

L'objectiu d'aquests mostreigs era avaluar l'establiment d'un règim de cabals ambientals, de comú acord amb l'empresa hidroelèctrica-Estebanell y Pahisa, SA, l'Agència Catalana de l'Aigua i el Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis – Universitat de Vic – Universitat Central de Catalunya, seguint els criteris següents:

- Primera meitat de l'any 2018: funcionament ordinari de la minicentral, tal com havia vingut fent fins llavors, amb un cabal de manteniment estimatiu de l'ordre del 10% del cabal ambiental indicat al Pla Sectorial de Cabals de Manteniment de les conques internes de Catalunya (PSCM; ACA, 2005), que correspon a 1,7 m^3/s d'octubre a març, a 1,384 m^3/s a l'abril i el maig, a 1,73 m^3/s al juny, i de 2,595 m^3/s de juliol a setembre.

- Segona meitat de l'any 2018 (des de l'1/06): alliberament mínim del 40% del cabal del PSCM durant el 'període crític', de juliol a desembre, que correspon a 2,595 m^3/s.

- Any 2019 i posteriors: alliberament mínim del 60% del cabal del PSCM durant el 'període crític', de juliol a desembre, que correspon a 2,595 m^3/s.

Excepte quan hi va haver cops de riu, el cabal del riu Ter va ser molt més elevat aigua amunt de la resclosa del Mariner (Camprodon) que aigua avall (figura 118), però el règim de cabals ambientals establert a partir de l'1 de juny de 2018 per l'empresa hidroelèctrica Estabanell y Pahisa, SA va reduir aquesta diferència, sobretot els mesos d'estiu, en relació als anys anteriors. Ambdós trams es caracteritzen per un predomini de fluxos de velocitat elevada.

El bosc de ribera té bona qualitat, gairebé natural als dos llocs de mostreig. S'hi va observar una alteració clara l'hivern de 2018, provocada per la tempesta Leslie, que va reduir la coberta vegetal a la plana inundable. L'estiu del 2019, però, la coberta havia tornat a una fase de millor qualitat, però la recuperació va ser més ràpida aigua avall de la resclosa, aconseguint una puntuació superior de l'índex QBR que aigua amunt. El període 2018-2020, els resultats de l'Índex d'Hàbitat Fluvial i del *Rapid Bioassessment Protocol* van ser, en general, idonis per als macroinvertebrats aquàtics i els peixos.

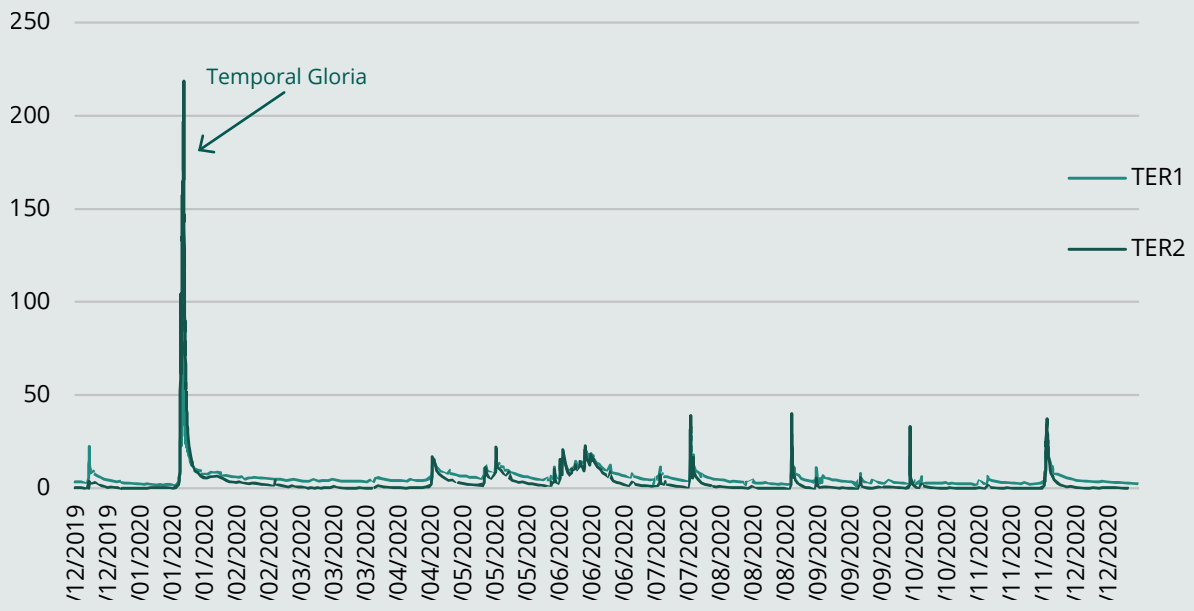


Figura118 /

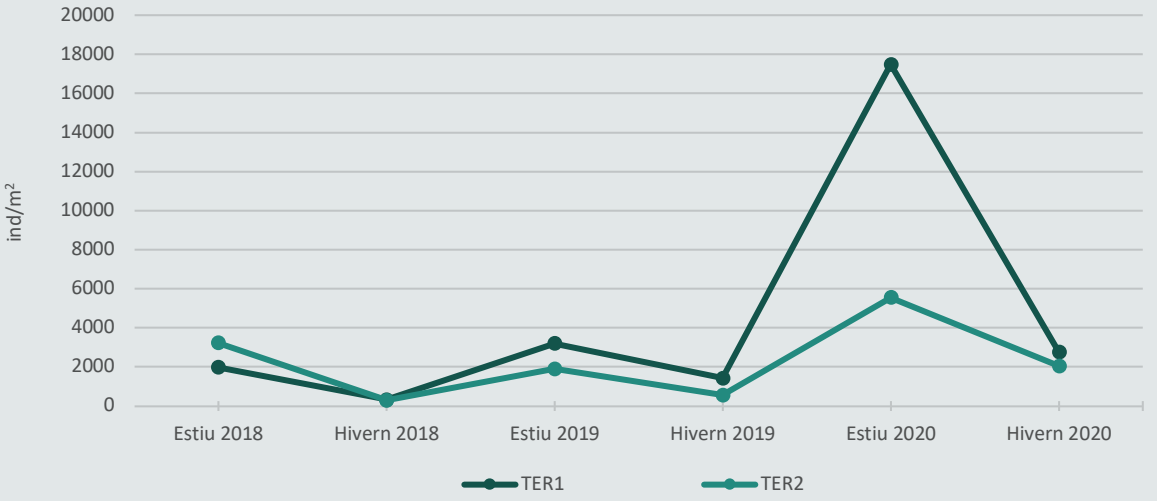
Cabal diari del període juliol del 2019-desembre de 2020 obtingut de les estacions d'aforament del projecte LIFE ALNUS del riu Ter al Ripollès. Font: https://lifealnus.eu/aca-smarty-planet (Dades provisionals de l'Agència Catalana de l'Aigua, pendents de validació definitiva).

Braç de riu rehabilitat al riu Ter (Illa de les Gambires, Torelló), objectiu de seguiment de les comunitats aquàtiques del LIFE ALNUS / Foto: Jordi Camprodon.

La densitat de macroinvertebrats aquàtics (figura 119) és més elevada a l'estiu, quan hi ha molta més productivitat, també fotosintètica, als rius, que no pas a l'hivern. Aigua amunt de la resclosa del Mariner (TER1) la densitat a l'estiu del 2018 és inferior que aigua avall de la resclosa (TER2), però es va observar la situació contrària els estius del 2019 i del 2020. L'hivern del 2018 la densitat és inferior a la del 2019. Aquests valors baixos estarien relacionats amb la tempesta Leslie (octubre del 2018). L'any 2020 la densitat i biomassa de macroinvertebrats és força superior a la dels anys anteriors en ambdós llocs, coincidint amb una davallada dels peixos -cal analitzar amb detall si hi ha una recuperació després dels aiguats Leslie i Gloria-, i hi ha més macroinvertebrats aigua amunt que aigua avall de la resclosa, on abunden mesohàbitats amb velocitats relativament elevades i poden afavorir la deriva d'aquesta fauna. La biomassa de macroinvertebrats mostra el mateix patró que la densitat, que també és més elevada a l'estiu que a l'hivern (figura 119).

Les famílies de macroinvertebrats aquàtics més representatives d'aquest sector són: *Chironomidae, Leuctridae, Ephemerelidae, Hepatgeniidae, Simulidae i Hydropsychidae*. La importància de cada grup canvia segons l'estació i l'any. El nombre de tàxons de macroinvertebrats tendeix a augmentar amb el temps. En general, hi ha més taxons aigua amunt de la resclosa que aigua avall i l'augment progressiu, any rere any, també hi és més destacable que aigua avall. És possible que hi tingui un paper l'augment progressiu dels cabals ambientals.

La qualitat biològica de l'aigua basada en els macroinvertebrats aquàtics és molt bona en ambdós trams. Tot i així, riu avall de la resclosa, on hi ha molta més oxigenació i menys deposició de sediments fins al llarg de tot l'any, l'aigua té relativament més bona qualitat que riu amunt (figura 120).



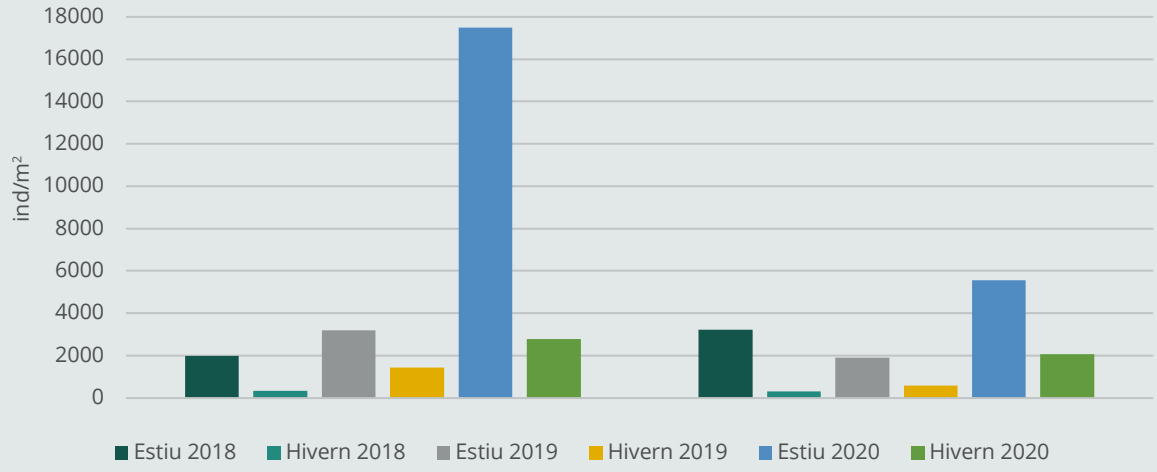


Figura119 /

Densitat (a dalt) i biomassa (a baix) de macroinvertebrats aquàtics del període 2018- 2020 del riu Ter al Ripollès. Llegenda: TER1: riu amunt de la resclosa del Mariner (Camprodon); TER2: riu avall de la resclosa del Mariner (Camprodon).

La truita comuna (*Salmo trutta*) és l'espècie predominant al poblament de peixos del riu Ter a Camprodon, tant riu amunt com riu avall de la resclosa del Mariner. L'acompanyen, en un nombre reduït, una altra espècie autòctona, el barb de muntanya (*Barbus meridionalis*), i una espècie invasora, d'origen centreeuropeu, el llop de riu (*Barbatula barbatula*) (taula 5).

Alguns anys es detecten diferències de densitat de peixos a un costat i a l'altre de la resclosa del Mariner (figura 121). El 2020 quan el canvi és més important: la densitat de peixos disminueix a l'estiu, i encara més a l'hivern i riu avall de la resclosa, fins a valors inferiors als detectats prèviament. Se suposa que té relació amb el trencament d'un col·lector d'aigües residuals aigua amunt, que dissortadament va afectar el conjunt del tram d'estudi.

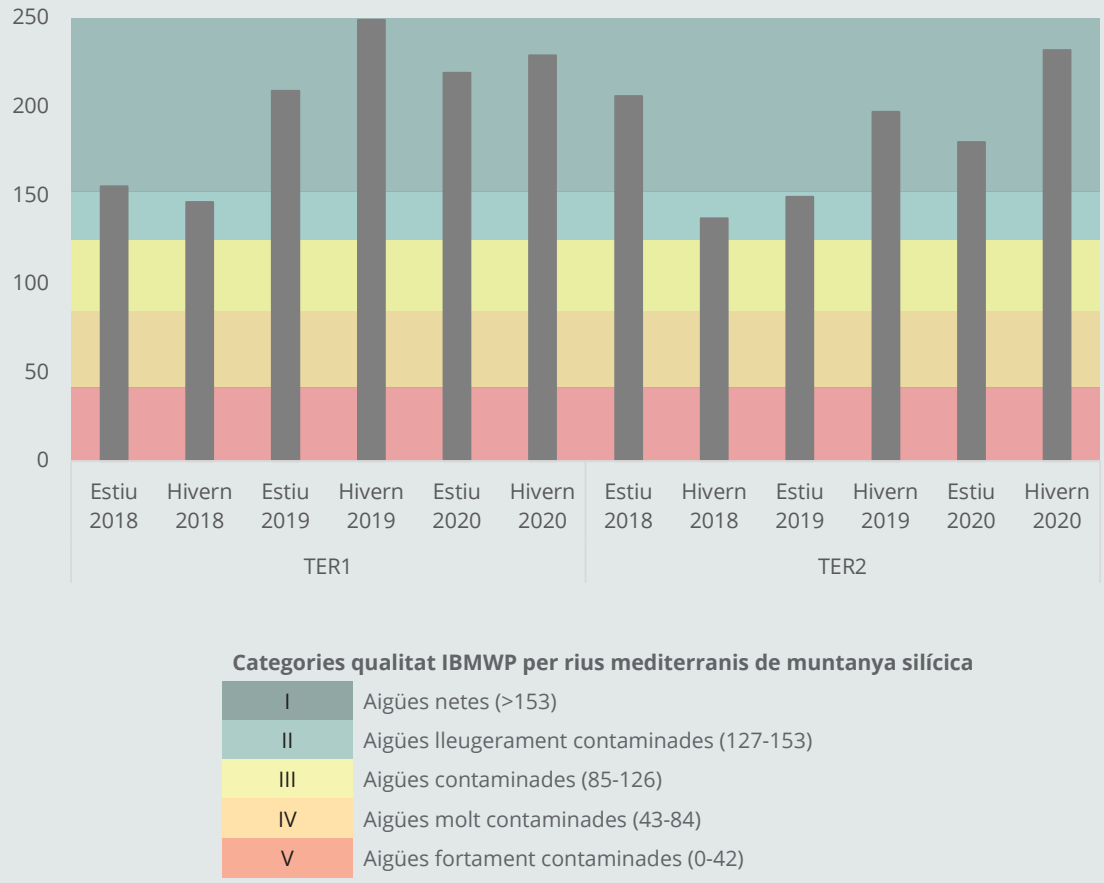


Figura120 /

Índex de qualitat biològica IBMWP, basat en els macroinvertebrats aquàtics, del període 2018-2020 del riu Ter al Ripollès. Llegenda: TER1: riu amunt de la resclosa del Mariner (Camprodon); TER2: riu avall de la resclosa del Mariner (Camprodon).

Taula 5 / **Poblament de peixos el període 2018-2020 a la conca alta del riu Ter (comarca del Ripollès). Estatus de conservació a Espanya segons el Libro Rojo de los Vertebrados Españoles; al món, segons IUCN Red List. Dibuixos: Toni Llobet.**

Espècie	Estatus de conservacó	
Truita comuna (*Salmo trutta*)	A Espanya: Vulnerable Al món: Preocupació menor	
Barb de muntanya (*Barbus meridionalis*)	Directiva Hàbitats 92/43/CEE Annexos II i V. A Espanya: Vulnerable Al món: Vulnerable	
Llop de riu (*Barbatula barbatula*)	Espècie invasora	

Figura 121 /

Densitat (a dalt) i biomassa (a baix) de peixos del període 2018-2020 al riu Ter al Ripollès. Llegenda: TER1: riu amunt de la resclosa del Mariner (Camprodon); TER2: riu avall de la resclosa del Mariner (Camprodon).

8a.4.2. Ter mitjà (Osona)

Figura 122 /

Punts de mostreig del projecte LIFE ALNUS al riu Ter la comarca d'Osona el període 2018-2022. Llegenda: TER3: riu Ter aigua amunt de l'illa i de la resclosa de la resclosa de Gallifa (les Masies de Voltregà); TER 4: braç secundari del riu Ter a l'illa de les Gambires, aigua amunt de la resclosa de Gallifa (les Masies de Voltregà); TER 5: braç principal del riu Ter a l'illa del Sorral, aigua avall de la resclosa de Gallifa i de la passera o gual (que es va enderrocar el maig del 2022); TER 6: braç secundari del riu Ter a l'illa del Sorral, aigua avall de la resclosa de Gallifa i de la passera o gual (que es va enderrocar el maig del 2022); TER7: riu Ter aigua avall de l'illa del Sorral (les Masies de Voltregà).

Una altre sector del braç. de riu rehabilitat al riu Ter (Illa de les Gambires, Torelló), objectiu de seguiment de les comunitats aquàtiques del LIFE ALNUS. Foto: Jordi Camprodon.

Aquí s'avalua, d'una banda, l'establiment d'un règim de cabals ambientals a partir del gener del 2019 i, d'una altra, la restauració hidromorfològica de les illes de les Gambires i el Sorral, executada entre la tardor del 2021 i el maig de 2022 (figura 122).

L'establiment d'un règim de cabals ambientals, de comú acord amb l'empresa hidroelèctrica-Estebanell y Pahisa, SA, l'Agència Catalana de l'Aigua i el Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis – Universitat de Vic – Universitat Central de Catalunya, va seguir els criteris següents:

- Any 2018: funcionament ordinari de la minicentral, tal com havia vingut fent fins llavors, amb un cabal de manteniment estimatiu de l'ordre del 10% del cabal ambiental indicat al Pla Sectorial de Cabals de Manteniment de les conques internes de Catalunya (PSCM; ACA, 2005), que correspon a 3,5 m^3/s d'octubre a març, a 4,5 m^3/s a l'abril i el maig, a 3,5 m^3/s al juny, i de 2,8 m^3/s de juliol a setembre.

- Any 2019: alliberament mínim del 30% del cabal del PSCM durant el 'període crític', de juliol a setembre, que correspon a 2,8 m^3/s.

- Any 2020 i posteriors: s'hi respecta el 60% del cabal del PSCM durant el 'període crític', de juliol a setembre, que correspon a 2,8 m^3/s.

Abans de la restauració hidromormològica de l'illa de les Gambires i de l'eliminació de la passera de l'illa del Sorral (finalitzades el maig del 2022), el cabal del riu és molt baix o pràcticament inexistent als braços secundaris fluvials de les illes de les Gambires (TER4) i el Sorral (TER6). Després de la restauració, el cabal augmenta notablement al braç secundari de l'illa de les Gambires però no a l'illa del Sorral (possiblement degut a l'existència d'un espigó que no es va arribar a treure). Al curs principal del Ter, s'observa una disminució del cabal des de riu amunt de la resclosa de Gallifa (TER3) cap en avall (TER5, TER7), per l'efecte de derivació de la resclosa de Gallifa. Els anys més secs (2019, 2021 i 2022), la disminució de cabals comporta arreu menys velocitat de l'aigua: pràctica desaparició de ràpids, reducció de rabeigs (*riffles*), predomini del flux laminar i una pèrdua general de diversitat d'hàbitats (figura 123).

El bosc de ribera té una qualitat intermèdia de l'índex QBR als diversos trams de mostreig (TER3, TER4 i TER5), però hi ha sectors que pateixen una alteració forta, sobretot per causa de la fragmentació del bosc de ribera i la seva poca amplada com a conseqüència de l'ocupació de les riberes per usos agrícoles i plantacions forestals (TER6 i TER7). Arreu hi ha comunitats d'espècies invasores (*Robinia pseudoacacia*, *Populus* sp.), a banda de la modificació de terrasses al·luvials en alguns trams i la presència de la passera. Els resultats de l'Índex d'Hàbitat Fluvial (IHF) i del *Rapid Bioassessment Protocol* (RBPS) mostren que a la llera principal del riu Ter (TER3, TER5 i TER7) hi ha condicions òptimes per a les comunitats de peixos i macroinvertebrats aquàtics, però als braços secundaris (TER4, TER6) la qualitat de l'hàbitat és subòptima, principalment per un predomini de règims de flux lent i un augment de la deposició, sobretot els períodes més eixuts fins al maig del 2022. A partir d'aquesta data, les condicions milloren de manera notable al braç secundari de l'illa de les Gambires, que recupera el seu flux constant tot l'any, fins i tot durant un estiu, com el del 2022, extremadament eixut.

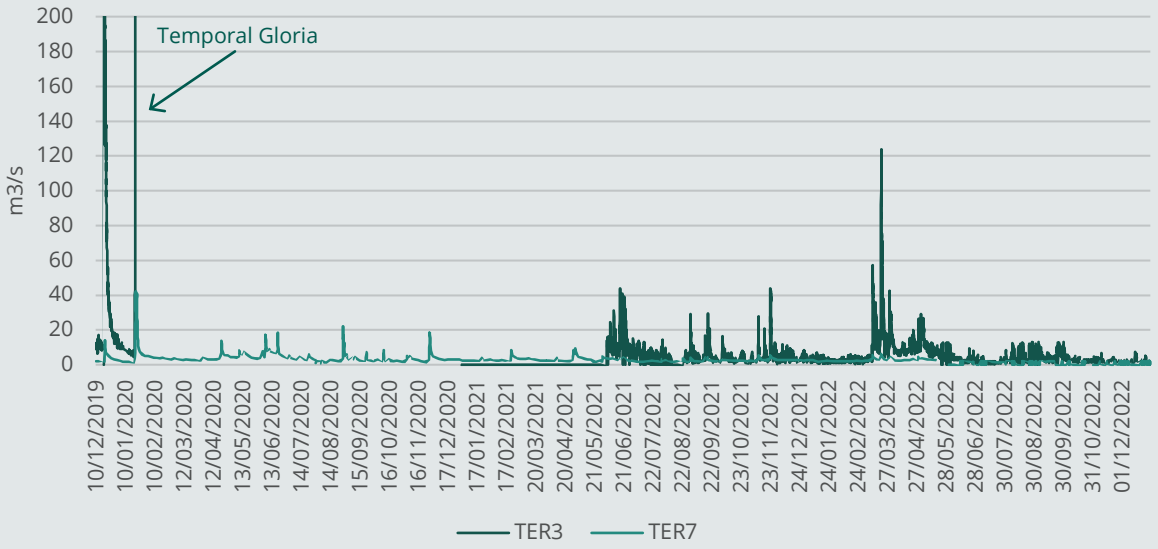


Figura 123 /

Cabals diaris del període desembre del 2019-desembre de 2022 obtingut de les estacions d'aforament del projecte LIFE ALNUS del curs mitjà del riu Ter a la comarca d'Osona. Llegenda: TER3: riu Ter aigua amunt de l'illa de les Gambires i de la resclosa de Gallifa (les Masies de Voltregà); TER7: riu Ter aigua avall de l'illa del Sorral (les Masies de Voltregà). Font: https://lifealnus.eu/aca-smarty-planet (Dades provisionals de l'Agència Catalana de l'Aigua, pendents de validació definitiva).

En general, la densitat de macroinvertebrats aquàtics és més elevada a la primavera que a la tardor. La tardor de 2018, després de la tempesta Leslie, tots els llocs de mostreig, excepte el braç secundari de l'illa del Sorral (TER6), van experimentar una disminució important de macroinvertebrats. A partir de llavors, tot i recuperar-se la primavera del 2019, arreu van disminuir lleugerament (figura 124).

Les famílies més representatives del braç principal són *Chironomidae, Hydropsychidae i Simuliidae* a la primavera i *Chironomidae, Corixidae, Caenidae, Simuliidae* i *Hydracarina* a la tardor. Als braços secundaris hi predomina *Copepoda, Cladocera* i *Chironomidae*. Els grups dels efemeròpters, plecòpters i tricòpters, ordres típics de rabeigs i ràpids, estan més representades al braç principal que als braços secundaris; els valors més baixos per a tots els punts de mostreig estan relacionats amb l'efecte de la tempesta Leslie, també el Gloria –però aquí va tenir menys impacte que al litoral- i els cabals més baixos dels braços laterals, excepte a partir del maig del 2022 al braç petit de l'illa de les Gambires, on després de la reconnexió amb el curs principal del riu s'observa un augment (figura 125).

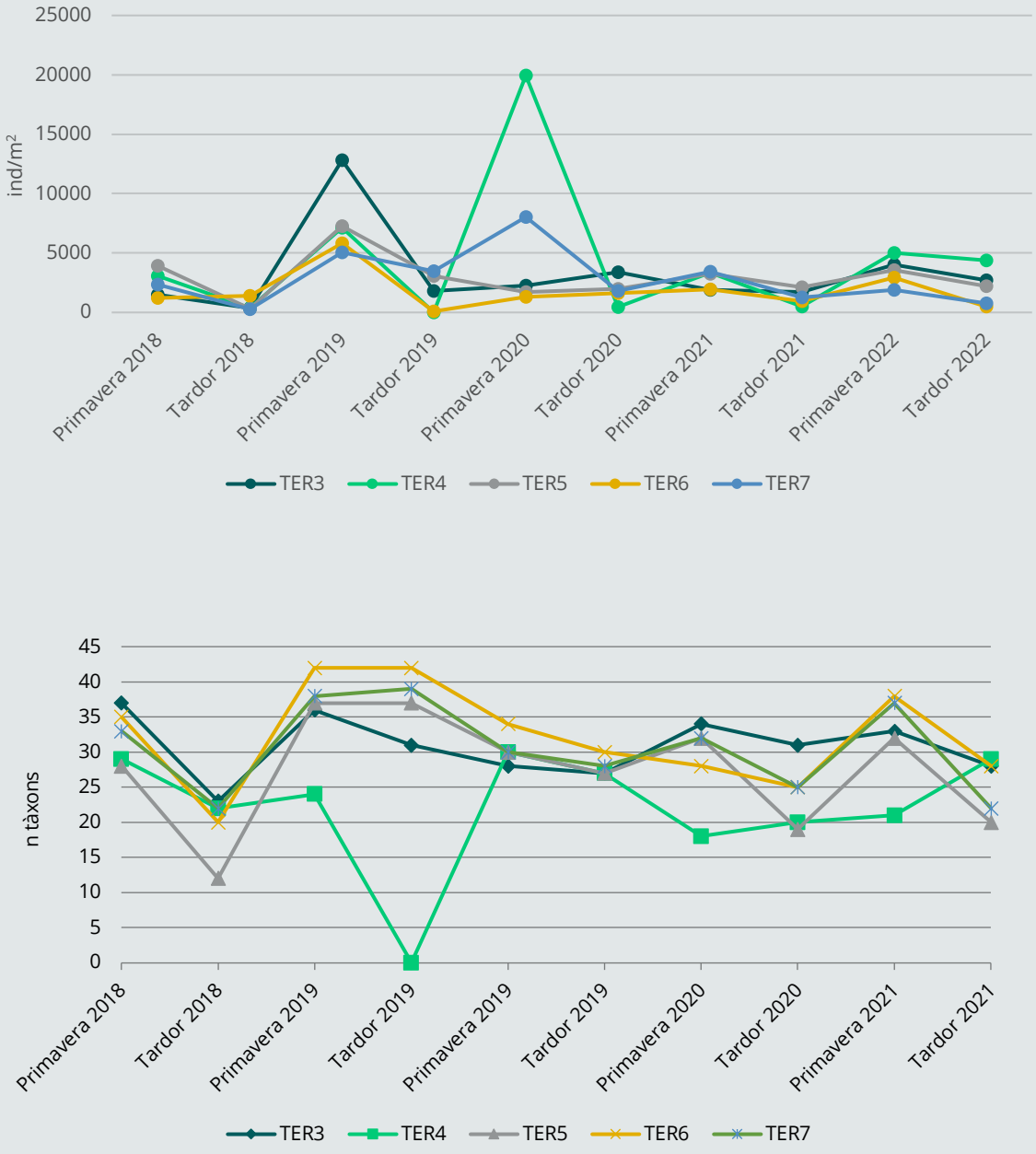
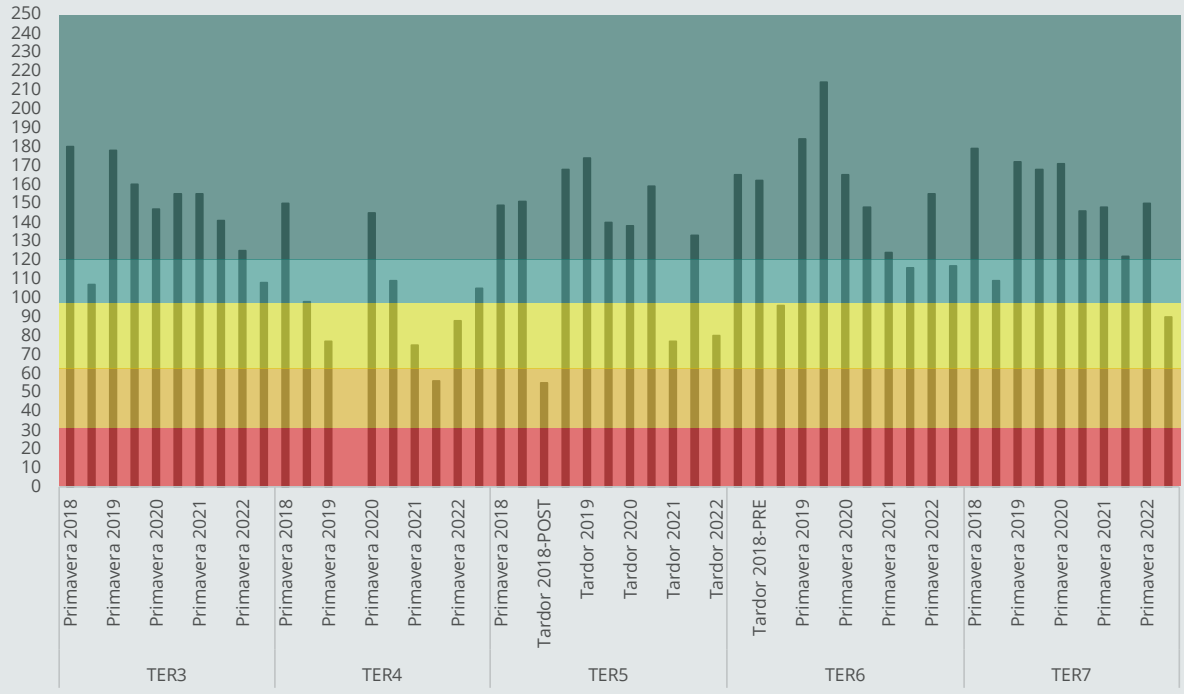


Figura 124 /

Densitat (a dalt) i nombre de taxons (a baix) de macroinvertebrats aquàtics del període 2018-2022 al Ter mitjà a la comarca d'Osona.

Determinació de macroinvertebrats aquàtics als laboratoris del CERM-UVic-UCC al Museu del Ter. Foto: Marc Ordeix.



Categories IBMWP per rius de muntanya mediterrània de cabal elevat

I	Aigües netes (>121)
II	Aigües lleugerament contaminades (99-121)
III	Aigües contaminades (66-98)
IV	Aigües molt contaminades (34-65)
V	Aigües fortament contaminades (0-33)

Figura 125 /

Índex de qualitat biològica IBMWP (Alba-Tercedor & Sánchez-Ortega, 1988; Alba-Tercedor et al., 2002), basat en els macroinvertebrats aquàtics, del període 2018-2020 al riu Ter a la comarca d'Osona.

Taula 6 / **Poblament de peixos del període 2018-2022 al riu Ter a la comarca d'Osona. Estatus de conservació a Espanya segons el Libro Rojo de los Vertebrados Españoles; al món, segons IUCN Red List. Dibuixos: Toni Llobet.**

Espècie	Estatus de conservació	
Barb de muntanya (*Barbus meridionalis*)	Directiva Hàbitats 92/43/CEE Annexos II i V. A Espanya: Vulnerable Al món: Vulnerable	
Bagra catalana (*Squalius laietanus*)	A Espanya: Vulnerable Al món: Vulnerable.	
Truita comuna (*Salmo trutta*)	A Espanya: Vulnerable Al món: Preocupació menor	
Albornell o ablet (*Alburnus alburnus*)	Espècie invasora	
Peix gat (*Ameiurus melas*)	Espècie invasora	
Llop de riu (*Barbatula* sp.)	Espècie invasora	
Carpa (*Cyprinus carpio*)	Espècie invasora	
Peix sol (*Lepomis gibbosus*)	Espècie invasora	
Barb de l'Ebre (*Luciobarbus graellsii*)	Espècie invasora	
Barb roig o veró (*Phoxinus* sp.)	Espècie invasora	
Pseudoràsbora (*Pseudorasbora parva*)	Espècie invasora	
Rutil (*Rutilus rutilus*)	Espècie invasora	

Tram d'aigües calmes al riu Ter (Illa de les Gambires, Torelló). Foto: Jordi Camprodon.

La comunitat de peixos del riu Ter al seu curs mitja a la comarca d'Osona està formada, com a mínim, per una dotzena d'espècies (taula 6). Les espècies invasores representen la part principal: només tres de les dotze espècies trobades són autòctones el barb de muntanya (*Barbus meridionalis*), la bagra catalana (*Squalius laietanus*) i la truita comuna (*Salmo trutta*). L'espècie de peix més representada a tots els llocs i estacions de mostreig va ser el veró (*Phoxinus* sp.), una espècie centreuropea, amb l'excepció del braç secundari de l'illa de Gambires (TER4), on en alguns mostreigs hi predominava una altra espècie exòtica, la pseudoràsbora (*Pseudorasbora parva*), possiblement afavorida per les condicions de poca renovació i valors baixos d'oxigen dissolt a l'aigua. Això es va revertir a partir del maig del 2022, quan el cabal s'hi reactiva i el poblament de peixos del braç secundari de l'illa de les Gambires s'assembla ja molt al poblament del braç principal del Ter.

La tardor del 2020 es va observar la densitat més elevada al braç secundari del riu Ter a l'illa de les Gambires, aigua amunt de la resclosa de Gallifa (TER4) i, després de l'aplicació d'un règim de cabals ambientals, al braç principal del riu Ter a l'illa del Sorral, aigua avall de la resclosa de Gallifa i de la passera o gual (TER5). No hi ha un patró clar seguit en tots els trams mostrejats, però al braç secundari de l'illa de Gambires, on el cabal s'hi ha anat reduint progressivament, hi va haver, també, una disminució de densitat de peixos al llarg el temps (figura 126). Com ja s'ha comentat prèviament, aquesta tendència canvia absolutament a partir de la reactivació de l'aigua en aquest braç, el maig del 2022.

Les densitats de peixos i la seva biomassa (figura 126) possiblement van veure's afectades per l'efecte barrera de la passera, en un cas, i un saltant natural, en l'altre. A la llera del riu principal (TER3, TER5 i TER7), la biomassa és inferior a la tardor que a la primavera. Aquest patró és diferent als braços secundaris d'ambdues illes (TER4 i TER6), on els peixos són més escassos i petits, la densitat és pràcticament la mateixa a la primavera i a la tardor, degut al flux tan baix que hi circula, a la sedimentació de materials fins i a la presència de valors d'oxigen molt baixos. Això persisteix al braç petit de l'illa del Sorral però canvia amb la reactivació de l'aigua al braça secundari de l'illa de les Gambires, a partir del maig del 2022.

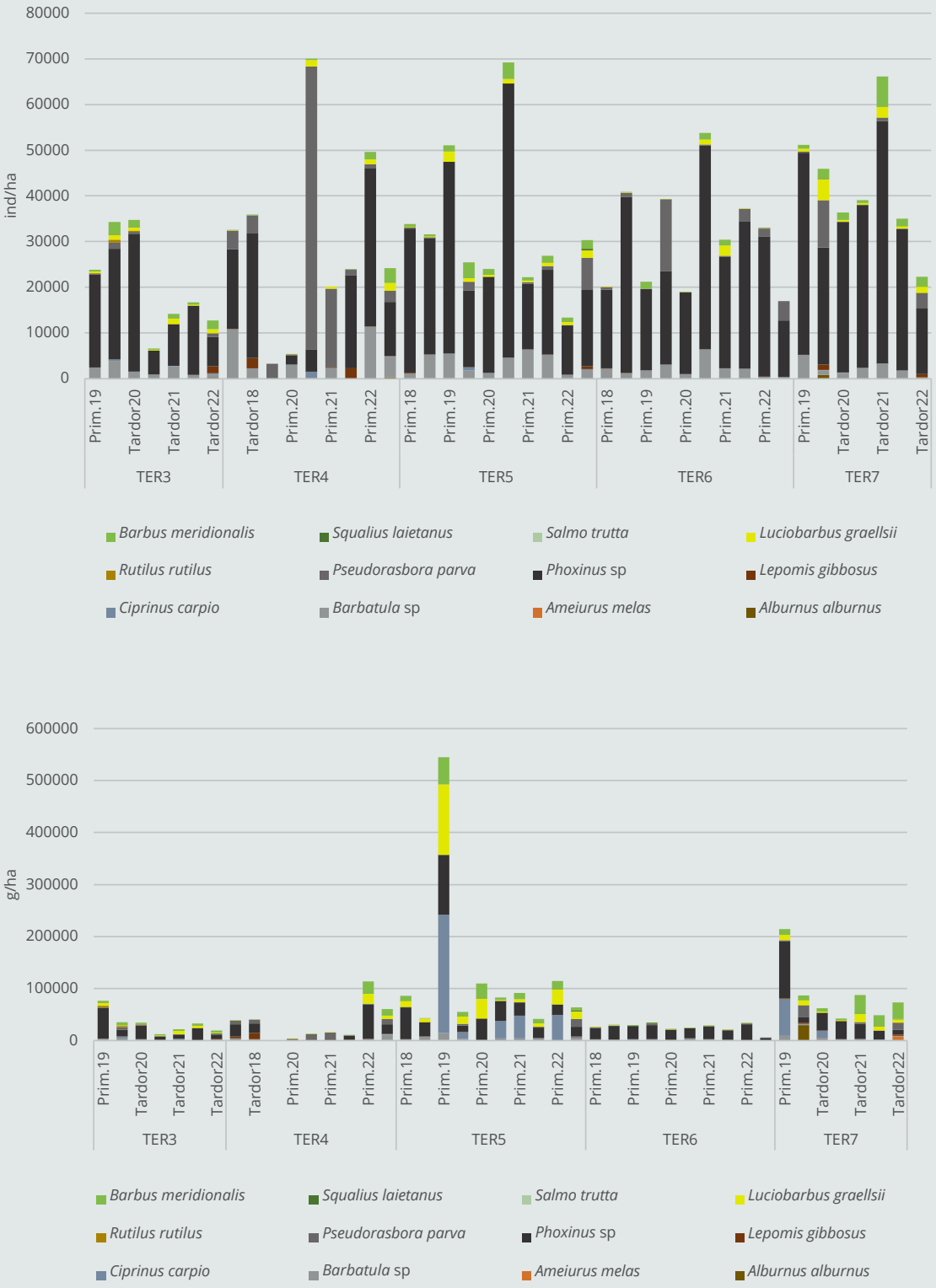


Figura 126 /

Densitat (a dalt) i biomassa (a baix) de peixos del període 2018- 2022 al riu Ter a la comarca d'Osona. Llegenda: vegeu la figura 120.

8a.4.3. Riu Congost al Vallès Occidental

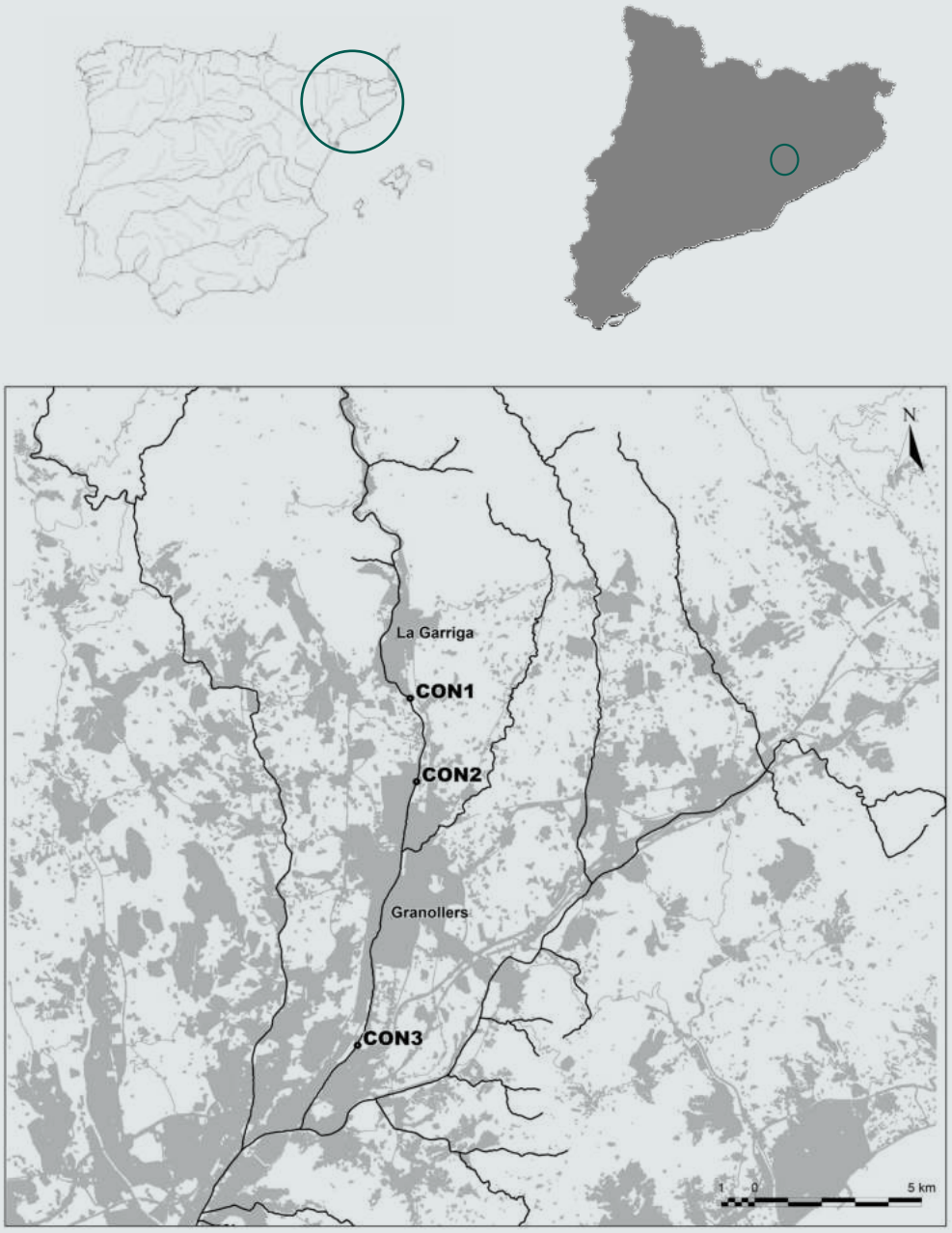


Figura 127 /

Punts de mostreig del projecte LIFE ALNUS al riu Congost a la comarca del Vallès Oriental el període 2018-2022. Llegenda: CON1: Riu Congost aigua amunt de l'Estació Depuradora d'Aigües Residuals de la Garriga; CON2: Riu Congost a les Franqueses del Vallès; CON3: Riu Congost a Can Cabanyes, Granollers. Cartografia de base: MiraMon, 2002.

Resclosa al riu Congost a Granollers. Una de les barreres a eliminar pel LIFE ALNUS i objecte de seguiment d'organismes aquàtics. Foto: Jordi Camprodon.

L'objectiu d'aquests mostreigs era avaluar l'establiment d'un règim de cabals ambientals establert de comú acord entre l'Agència Catalana de l'Aigua i les comunitats de regants situades entre la Garriga i Canovelles. Alhora, combinat amb millores hidromorfològiques efectuades per l'Ajuntament de Granollers i altres ajuntaments a les ribes del riu Congost (figura 127).

El cabal del riu Congost presenta una gran variabilitat intra i interanual, pròpia dels rius mediterranis (figura 128). Augmenta progressivament riu avall, a batzegades, com a conseqüència de les aportacions de les estacions depuradores d'aigües residuals, com la de la Garriga (entre CON1 i CON2). Dissortadament, les dades de cabal de l'estació d'aforament del riu Congost a Canovelles (CON2) es van estroncar a partir del gener de 2020, quan la va inutilitzar la tempesta Gloria.

A tots els trams la velocitat de l'aigua és reduïda, però els anys més humits, com el 2018, la majoria dels trams es van caracteritzar per una alternança de rabeigs (*riffles*) amb sectors amb flux laminar. Els altres anys, més secs, els meso-hàbitats aquàtics són més homogenis, amb predomini d'un flux laminar a tots els llocs de mostreig.

El bosc de ribera (QBR) mostra, en general, senyals de degradació, majoritàriament a Can Cabanyes, a Granollers (CON3), que hi forma una franja molt reduïda. L'hivern de 2018, l'aiguat conseqüència de la tempesta Leslie, hi va reduir notablement la coberta vegetal. L'hàbitat fluvial (IHF) té una qualitat intermèdia-bona per als macroinvertebrats aquàtics a la Garriga aigua amunt de l'EDAR (CON1) i millora lleugerament riu avall (CON2 i CON3), tot i esdevenir més homogeni, possiblement pel fet d'augmentar-hi el cabal (en bona part, procedent del transvasament del riu Ter). L'índex de macroinvertebrats aquàtics (RBPS) va donar un hàbitat subòptim-òptim a la majoria dels trams i dates, excepte la tardor del 2019 a Granollers (CON3); el subòptim es caracteritza per disposar de bons refugis disponibles per a peixos i macroinvertebrats, encara que no sigui l'hàbitat més adequat.

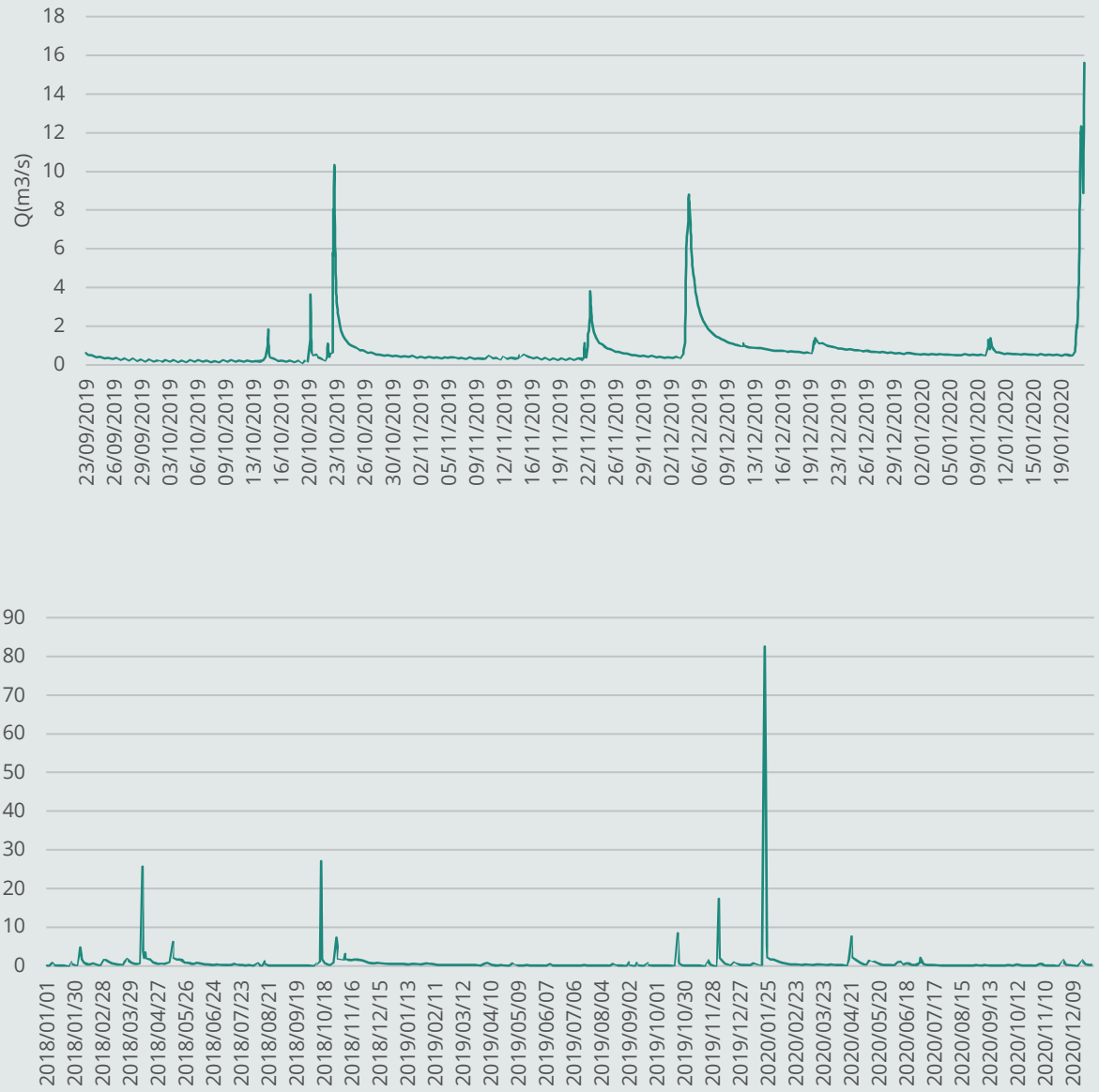


Figura 128 /

Cabal mitjà diari del període juliol del 2019-desembre de 2020 obtingut a l'estació d'aforament de l'Agència Catalana de l'Aigua a la Garriga (EA 037, codi 080885-001) i a l'estació d'aforament del projecte LIFE ALNUS al riu Congost a la comarca del Vallès Oriental. Llegenda: CON 1: Riu Congost aigua amunt de l'Estació Depuradora d'Aigües Residuals de la Garriga; CON2: Riu Congost a les Franqueses del Vallès. Font: http://aca-web.gencat.cat/aetr/vishid#riverChartModal (EA 037) i https://lifealnus.eu/aca-smarty-planet (EA 19023).

Figura 129 /

Densitat (a dalt) i biomassa (a baix) de macroinvertebrats aquàtics al període 2018-2020 al riu Congost a la comarca del Vallès Oriental. Llegenda: CON 1: Riu Congost aigua amunt de l'Estació Depuradora d'Aigües Residuals de la Garriga; CON2: Riu Congost a les Franqueses del Vallès.

La densitat més elevada de macroinvertebrats aquàtics al Congost, com en molts altres dels nostres rius, és a la primavera. Disminueix progressivament riu avall (figura 129). Amb la biomassa de macroinvertebrats, s'observa el mateix patró que amb la densitat: la biomassa és més elevada a la primavera. Al Congost a les Franqueses del Vallès (CON2) és on la biomassa és més elevada, possiblement con a conseqüència de l'augment de nutrients a la llera, després d'haver rebut l'efluent d'alguna EDAR i l'escorrentia de conreus diversos.

Les principals famílies de macroinvertebrats aquàtics són: *Chironomidae, Baetidae, Simulidae, Caenidae, Hydropsychidae, Physidae, Corixidae, Cladocera i Oligochaeta* (per ordre taxonòmic). Les famílies dels ordres dels odonats, coleòpters i heteròpters, típics d›aigües encalmades i velocitats baixes, augmenten notablement a la tardor i a tots els llocs de mostreig, excepte a que a Can Cabanyes, Granollers (CON3), on manquen aigües quietes i poc profundes tots els anys de mostreig.

La qualitat biològica de l'aigua obtinguda mitjançant l'ús de l'índex de macroinvertebrats aquàtics IBMWP (figura 130) és de qualitat intermèdia-bona a tots els trams durant el període de mostreig 2018-2020. Els valors més baixos dels tres llocs de mostreig són a Can Cabanyes, Granollers (CON3) per a totes les estacions i anys de mostreig. Tot fa pensar que la morfologia de les ribes, modificada per murs de contenció, fa que s'hi generin velocitats importants quan hi ha cops de riu, cosa que facilita la pèrdua riu avall d'invertebrats i altra fauna.

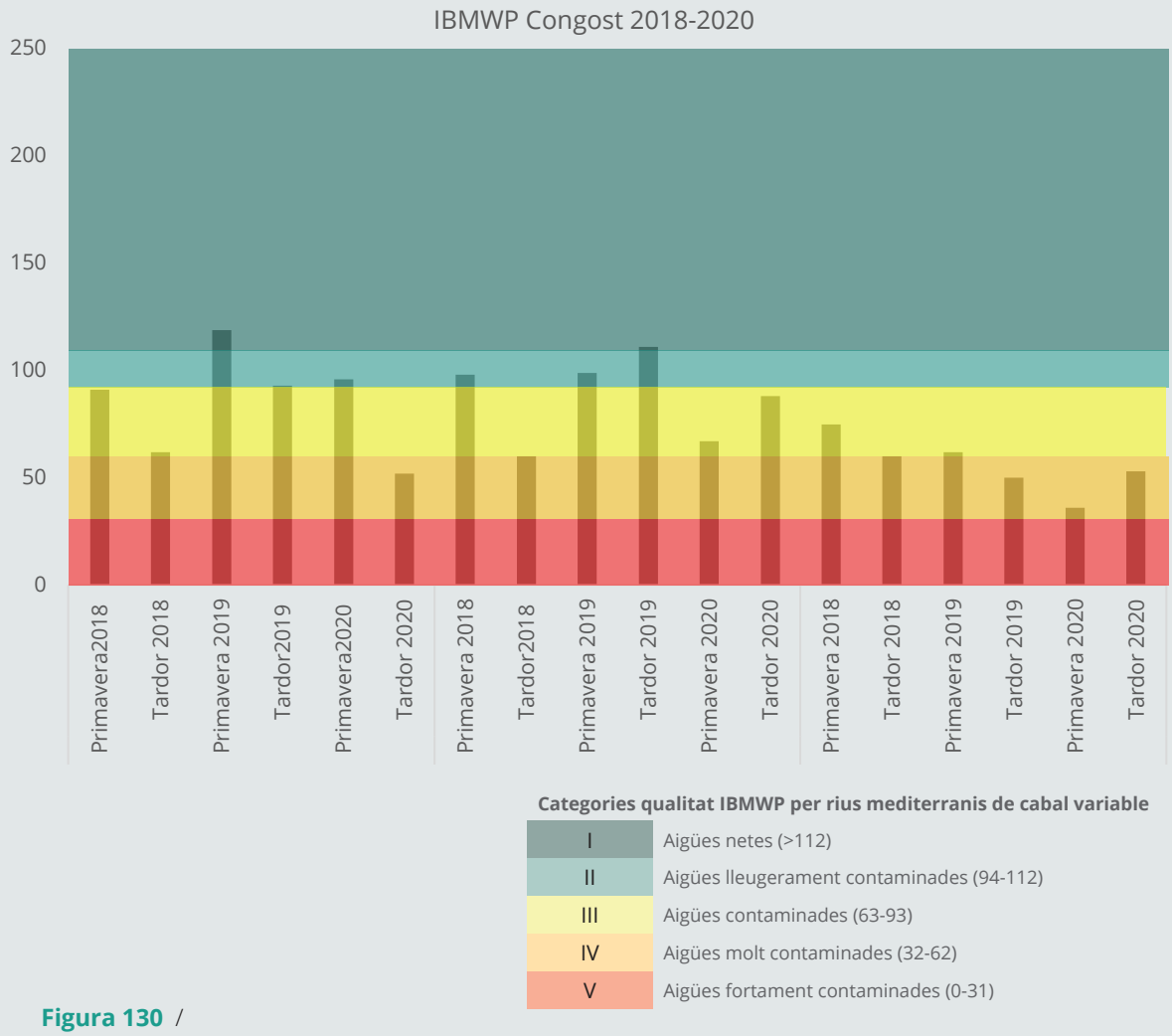


Figura 130 /

Índex de qualitat biològica, basat en els macroinvertebrats aquàtics, del període 2018-2020 al riu Congost a la comarca del Vallès Oriental. Llegenda: CON 1: Riu Congost aigua amunt de l'Estació Depuradora d'Aigües Residuals de la Garriga; CON2: Riu Congost a les Franqueses del Vallès.

La comunitat de peixos del riu Congost està representada per 7 espècies, de les quals només 3 són autòctones (taula 7): el barb de muntanya (*Barbus meridionalis*) i la bagra catalana (*Squalius laietanus*) i l'anguila (*Anguilla anguilla*). Afortunadament, el barb de muntanya i la bagra predominen a tots els trams de mostreig, i l'anguila, tot i predominar al tram més baix, també arriba riu amunt (CON1). En general, els valors més elevats de densitat de peixos són a la tardor. Tot i la debilitat associada als cops de riu associada a la morfologia de les ribes, que no es poden dissipar i arroguen la fauna aigua avall, sembla que els peixos s'hi veuen afavorits pel cabal del riu, abundant al llarg de l'any, fins i tot en anys molt secs, com a conseqüència del transvasament d'aigua del riu Ter i l'aportació d'aigua residual depurada, amb bona qualitat (figura 131).

Taula 7 / **Poblament de peixos del període 2018-2020 al riu Congost a la comarca del Vallès Oriental. Estatus de conservació a Espanya segons el Libro Rojo de los Vertebrados Españoles; al món, segons IUCN Red List. Dibuixos: Toni Llobet.**

Espècie	Estatus de conservacó	
Anguila (*Anguila anguila*)	Directiva Hàbitats 1100/2007, 18 de setembre de 2007. A Espanya: Vulnerable Al món: En perill crític d'extinció.	
Barb de muntanya (*Barbus meridionalis*)	Directiva Hàbitats 92/43/CEE Annexos II i V. A Espanya: Vulnerable Al món: Vulnerable	
Bagra catalana (*Squalius laietanus*)	A Espanya: Vulnerable Al món: Vulnerable.	
Truita comuna (*Salmo trutta*)	A Espanya: Vulnerable Al món: Preocupació menor	
Carpa (*Cyprinus carpio*)	Espècie invasora	
Barb de l'Ebre (*Luciobarbus graellsii*)	Espècie invasora	
Llopet de riu (*Cobitis paludica*)	Espècie invasora	
Barb roig o veró (*Phoxinus* sp.)	Espècie invasora	

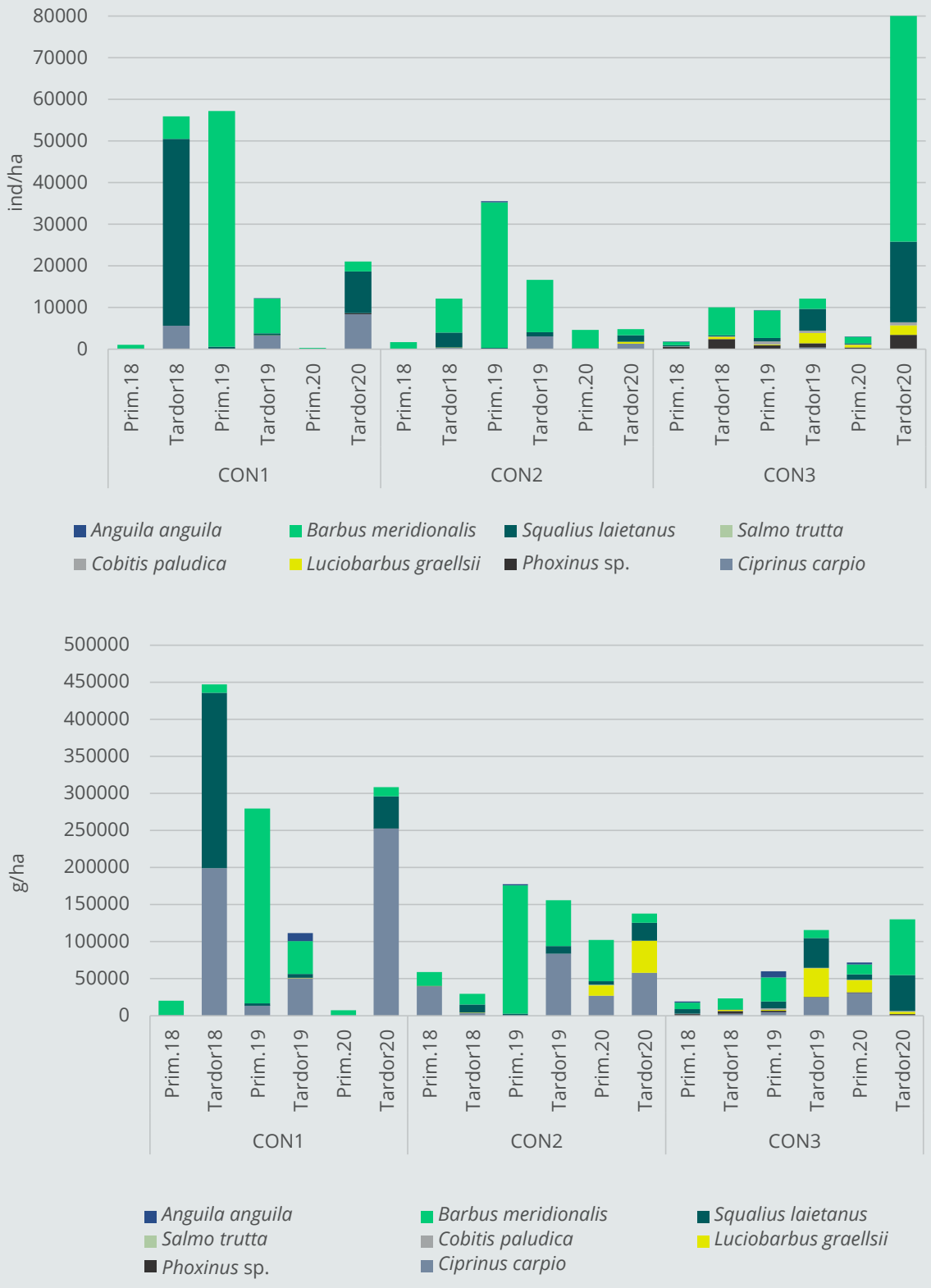


Figura 131 /

Densitat (a dalt) i biomassa (a baix) de peixos del període 2018-2020 al riu Congost a la comarca del Vallès Oriental. Llegenda: CON 1: Riu Congost aigua amunt de l'Estació Depuradora d'Aigües Residuals de la Garriga; CON2: Riu Congost a les Franqueses del Vallès.

8a.4.4. Riu Segre a la Cerdanya

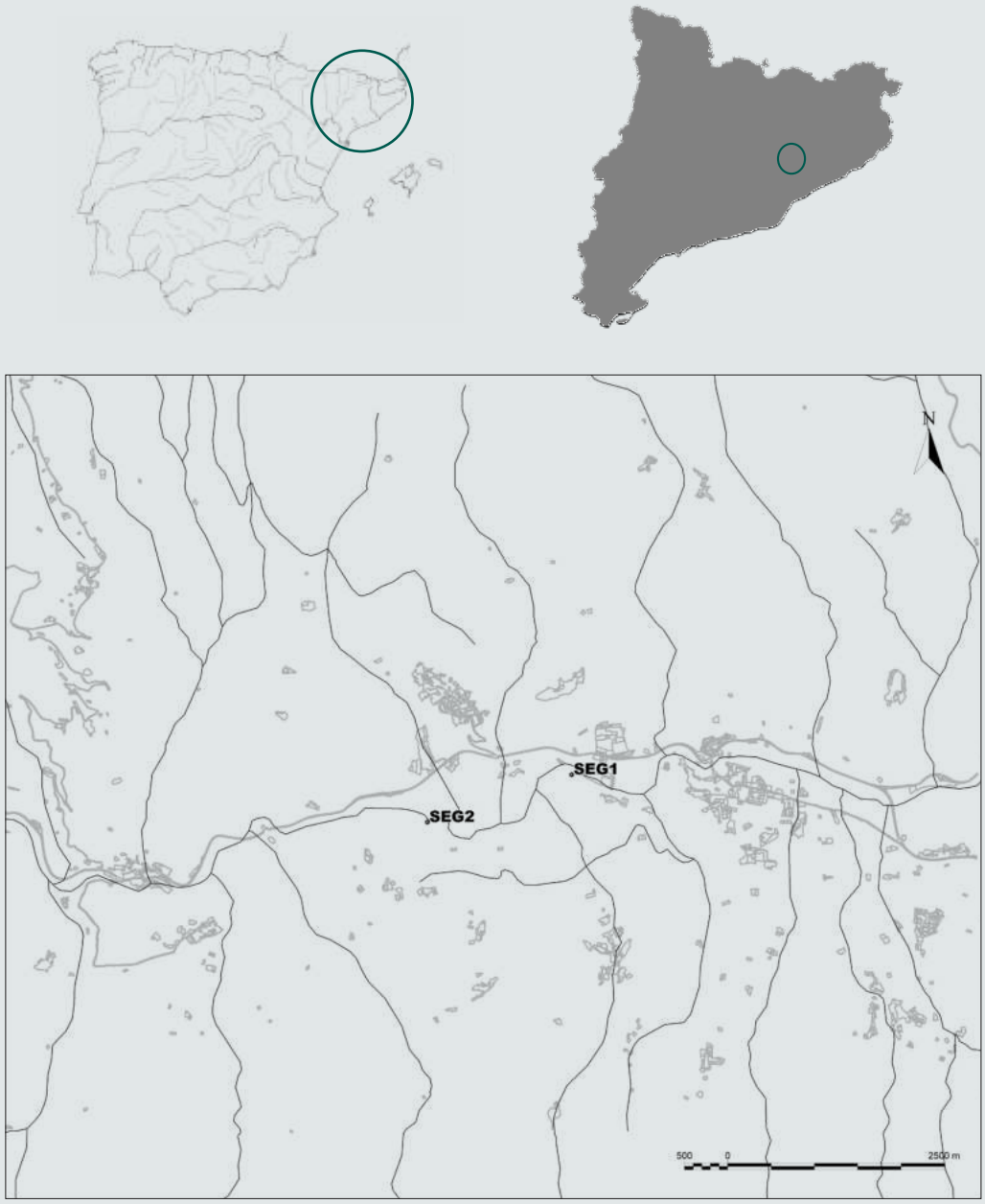


Figura 132 /

Punts de mostreig del projecte LIFE ALNUS al riu Segre a la comarca de la Cerdanya el període 2018-2022. Llegenda: SEG1: Canal de desguàs de les basses de Gallissà cap al Segre, aigua avall del nucli urbà de Bellver de Cerdanya; SEG2: Riu Segre a l'illa de la Prada, aigua avall del nucli urbà de Prullans.

L'objectiu d'aquests mostreigs era avaluar l'increment de cabals ambientals i les millores hidromorfològiques efectuades per la Fundació Catalunya – La Pedrera al riu Segre a l'entorn de les Basses de Gallissà (Bellver de Cerdanya), comparant-les el riu Segre a l'illa de la Prada, aigua avall del nucli urbà de Prullans, que ja posseeix una gran qualitat ambiental, alta naturalitat i gran diversitat d'hàbitats, excepcional al conjunt de Catalunya i el conjunt de la península ibèrica (figura 132).

El canal de desguàs de les basses de Gallissà cap al Segre, aigua avall del nucli urbà de Bellver de Cerdanya (SEG1), té un cabal molt reduït i amb flux laminar (figura 133), tot i que millora progressivament després de les actuacions de l'any 2020. En canvi, al riu Segre a l'illa de la Prada, aigua avall del nucli urbà de Prullans (SEG2) té un règim de velocitats i cabals molt heterogenis, amb un total de fins a set braços actius durant el període d'estudi, amb predomini de rabeigs (*riffle*) i fluxos laminars (superficials i profunds).

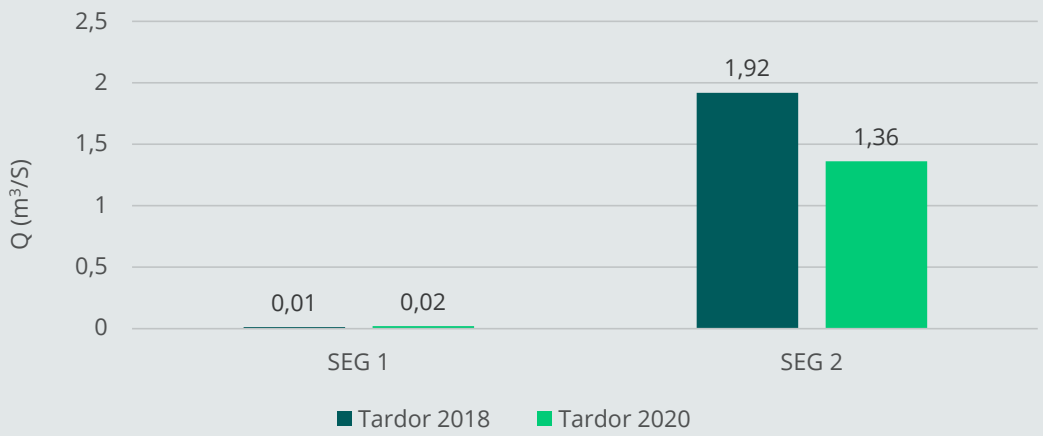


Figura 133 /

Densitat (a dalt) i biomassa (a baix) de peixos del període 2018-2020 al riu Segre a la comarca de la Cerdanya. Llegenda: SEG1: Canal de desguàs de les basses de Gallissà cap al Segre, aigua avall del nucli urbà de Bellver de Cerdanya; SEG2: Riu Segre a l'illa de la Prada, aigua avall del nucli urbà de Prullans.

L'índex de qualitat dels boscos de ribera (QBR) té valors molt elevats al riu Segre a l'illa de la Prada(SEG2), on hi ha un bosc de ribera de naturalitat elevada. Aquest índex és relativament més baix al canal de desguàs de les basses de Gallissà cap al Segre (SEG1), on el bosc de ribera està lleugerament alterat, tot i que encara manté una bona qualitat. En aquest punt no es detecta una diferència significativa entre els anys 2018 i el 2020, però és indubtable una millora a la resta de les basses de Gallissà, on la restauració ha millorat la cobertura vegetal de l'interior de la riba esquerra del Segre, els canals de connexió de les basses i el seu estat ecològic.

Els hàbitats fluvials (IHF) tenen una qualitat intermèdia-bona per a la comunitat de macroinvertebrats en ambdós trams de mostreig. Aquest valor és més elevat al riu Segre a l'illa de la Prada, aigua avall del nucli urbà de Prullans (SEG2), on l'hàbitat és més heterogeni i més adequat per a les comunitats de macroinvertebrats. Tampoc es mostren diferències significatives entre el 2018 i el 2020.

El càlcul d'índexs d'hàbitat IHF i RBPS donen un hàbitat òptim tant per als macroinvertebrats com per als peixos al riu Segre a l'illa de la Prada, aigua avall del nucli urbà de Prullans (SEG2), que es manté estable els dos anys d'estudi (2018 i 2020). Així mateix, l'hàbitat del canal de desguàs de les basses de Gallissà cap al Segre (SEG1) millora, de la categoria marginal l'any 2018 a subòptim l'any 2020, que significa que disposa de més refugi per a macroinvertebrats i peixos i també d'un règim de cabal amb més velocitat.

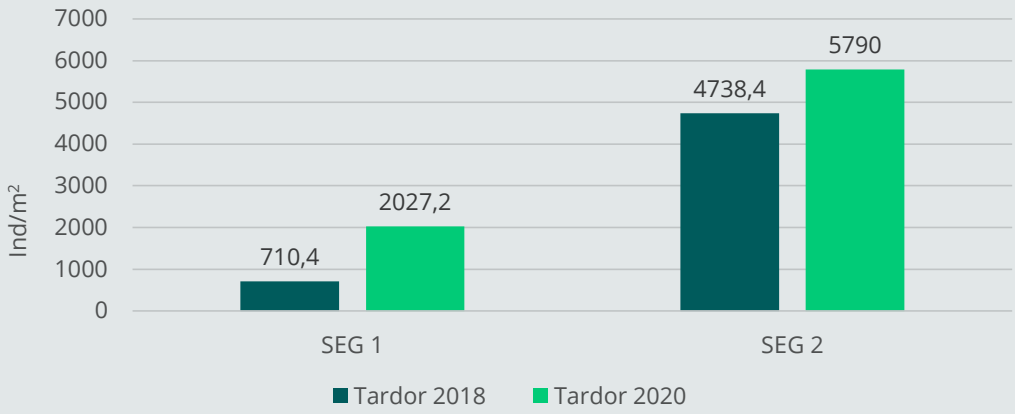


Figura 134 /

Densitat de macroinvertebrats aquàtics dels anys 2018 i 2020 al riu Segre a la comarca de la Cerdanya. Llegenda: SEG1: Canal de desguàs de les basses de Gallissà cap al Segre, aigua avall del nucli urbà de Bellver de Cerdanya; SEG2: Riu Segre a l'illa de la Prada, aigua avall del nucli urbà de Prullans.

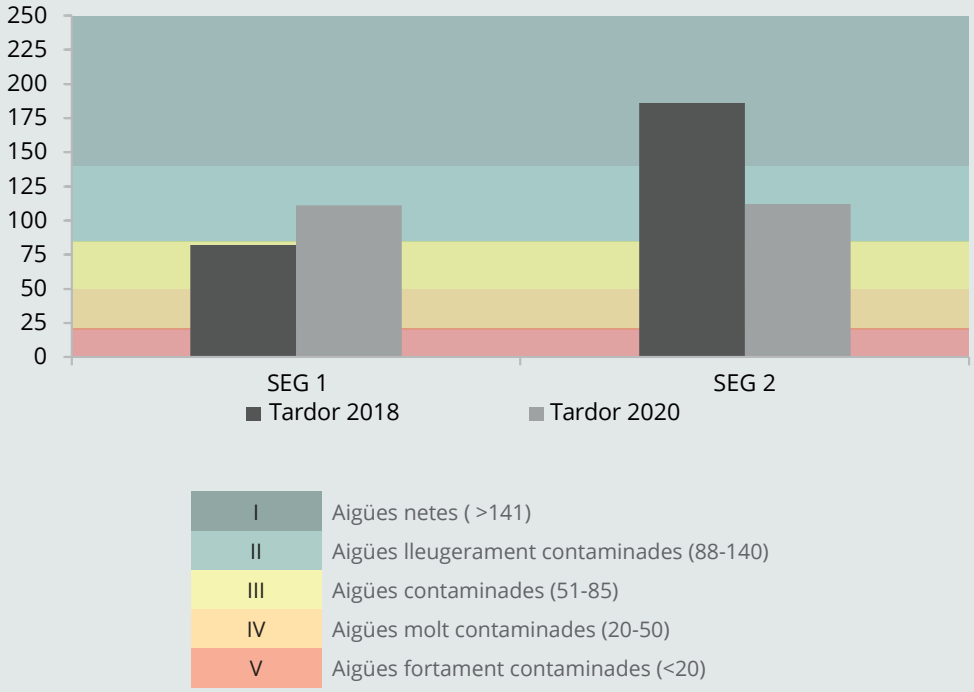


Figura 135 /

Índex de qualitat biològica IBMWP, basat en els macroinvertebrats aquàtics, dels anys 2018 i 2020 al riu Segre a la comarca de la Cerdanya. Llegenda: SEG1: Canal de desguàs de les basses de Gallissà cap al Segre, aigua avall del nucli urbà de Bellver de Cerdanya; SEG2: Riu Segre a l'illa de la Prada, aigua avall del nucli urbà de Prullans.

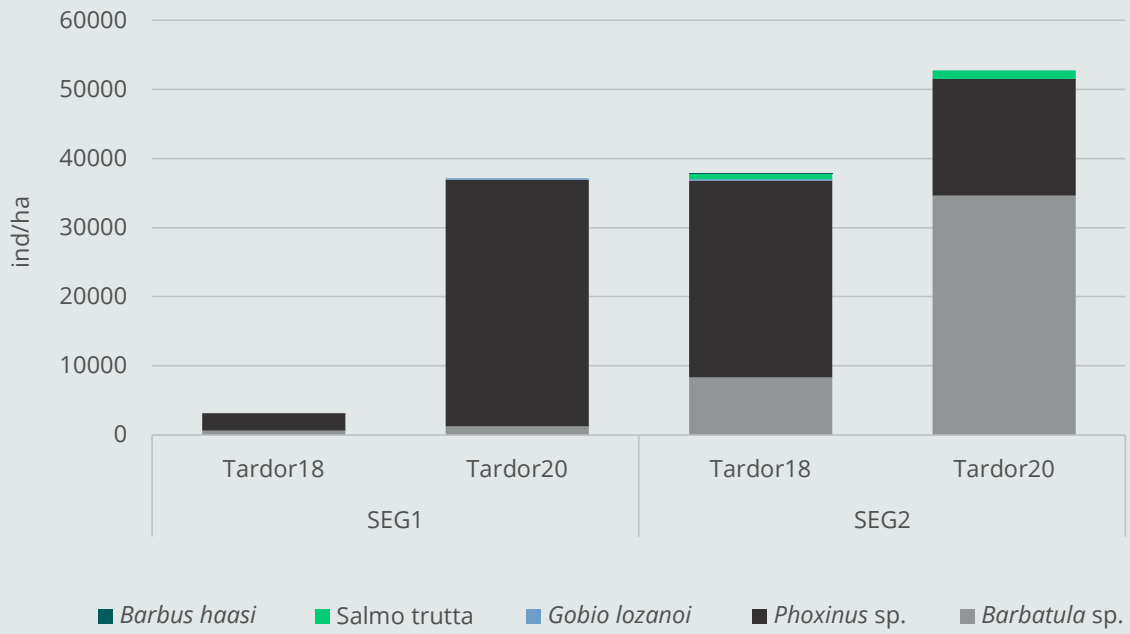
Als llocs de mostreig (SEG1 i SEG2), la densitat de macroinvertebrats mostra un augment significatiu del 2018 al 2020 (figura 134), tot i que, seguint el patró mostrat amb tots els altres índexs, les densitats al riu Segre a l'illa de la Prada (SEG2), tendeixen a ser superiors a les del canal de desguàs de les basses de Gallissà cap al Segre (SEG1).

Les famílies de macroinvertebrats més representatives del canal de desguàs de les basses de Gallissà cap al Segre (SEG1) són*: Physidae, Hydrobiidae, Chironomidae* i *Dytiscidae*. Al riu Segre a l'illa de la Prada, aigua avall del nucli urbà de Prullans (SEG2), les famílies canvien, essent les típiques d'hàbitats variats*: Brachycentridae, Chironomidae, Elmidae, Hydracarina* i *Hydropsychidae*.

Al canal de desguàs de les basses de Gallissà cap al Segre (SEG1), la qualitat biològica de l'aigua obtinguda mitjançant l'ús de l'índex de macroinvertebrats IBMWP era relativament dolenta l'any 2018 i va passar a intermèdia l'any 2020 (figura 135), com a conseqüència de l'augment de flux d'aigua associat al projecte de restauració executat. En canvi, els dos anys d'estudi van donar de molt bona qualitat al riu Segre a l'illa de la Prada, aigua avall del nucli urbà de Prullans (SEG2).

Taula 8 / **Poblament de peixos del període 2018-2020 al riu Segre a la comarca de la Cerdanya. Estatus de conservació a Espanya segons el Libro Rojo de los Vertebrados Españoles; al món, segons IUCN Red List. Dibuixos: Toni Llobet.**

Espècie	Estatus de conservacó	
Truita comuna (*Salmo trutta*)	A Espanya: Vulnerable Al món: Preocupació menor	
Barb cua-roig (*Barbus haasi*)	A Espanya: Vulnerable Al món: Vulnerable	
Llop de riu (*Barbatula* sp.)	Espècie invasora	
Gobi (*Gobio lozanoi*)	Espècie invasora	
Barb roig o veró (*Phoxinus* sp.)	Espècie invasora	



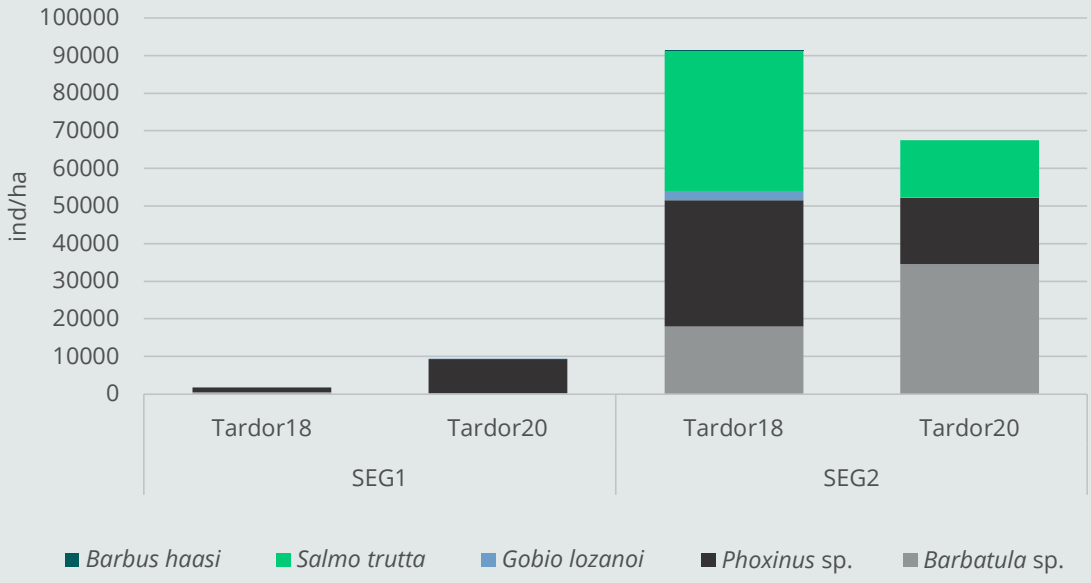


Figura 136 /

Densitat (a dalt) i biomassa (a baix) de peixos dels anys 2018 i 2020 al riu Segre a la comarca de la Cerdanya. Llegenda: SEG1: Canal de desguàs de les basses de Gallissà cap al Segre, aigua avall del nucli urbà de Bellver de Cerdanya; SEG2: Riu Segre a l'illa de la Prada, aigua avall del nucli urbà de Prullans.

Mostreig científic de peixos mitjançant pesca elèctrica. Foto: Pol Guardis.

La comunitat de peixos està representada per 5 espècies (taula 8), només dues de les quals són autòctones: la truita comuna (*Salmo trutta*) i el barb cua-roig (*Barbus haasi*). Hi ha un predomini clar del barb roig o veró (*Phoxinus* sp.) en ambdós trams, seguit del llop de riu (*Barbatula barbatula*). Al l'illa de la Prada (SEG2) hi ha més diversitat i, a més, una proporció superior de les espècies autòctones (figura 136). El nombre de peixos ha augmentat entre l'any 2018 i el 2020 al canal de desguàs de les basses de Gallissà cap al Segre (SEG1), una vegada executat el porjecte de restauració de les basses de Gallissà. En canvi, hi ha disminuït al riu Segre a l'illa de la Prada, aigua avall del nucli urbà de Prullans (SEG2), aparentment per la presència de més material fi al fons, per una causa indeterminada, que no s'havia observat l'any 2018.

CONCLUSIONS

1. Les tendències prèvies són molt positives però les dades finals del període 2018-2020, per causa del trencament d'un col·lector d'aigües residuals, que va impactar negativament tot el tram d'estudi, no permeten arribar a conclusions prou fermes referents a la majoria d'indicadors estudiats entre el tram inferior i el superior del riu Ter a la resclosa del Mariner (Camprodon, el Ripollès), tot i que confirmen l'aplicació correcta dels cabals ambientals per part de l'empresa Estabanell y Pahisa, SA.

2. Els seguiments fets el període 2018-2022 a l'entorn de la resclosa de Gallifa (riu Ter a les Masies de Voltregà, Osona) mostren una recuperació del poblament de macroinvertebrats aquàtics i peixos, especialment del nombre d'individus i mides més grans del barb de muntanya, des de l'aplicació d'un règim de cabals ambientals. Tot i que caldrà seguir avaluant-ho en anys posteriors (la resposta dels peixos i la vegetació de ribera no és immediata), sembla que l'aplicació correcta dels cabals ambientals a la central de Gallifa d'Estabanell y Pahisa, SA a les Masies de Voltregà ha estat molt positiva, encara més tenint en compte la secada del període 2021-22. A banda, cal sumar-hi la sinèrgia, a partir del maig del 2022, amb la reactivació del braç petit de l'illa de les Gambires i l'enderrocament de la passera / gual de l'illa del Sorral.

3. Els seguiments fets el període 2018-2020 al riu Congost al Vallès Oriental, on s'han dut a terme actuacions de millora de la vegetació de ribera i millores hidromorfològiques a la llera, van mostrar que els índexs d'hàbitats aquàtics es correlacionaven positivament amb les variables de macroinvertebrats aquàtics i també hi tendien positivament amb els peixos. La vegetació de ribera tenia una correlació positiva amb el barb de muntanya, autòcton.

4. Les actuacions d'increment del cabal circulant i de restauració de la vegetació de ribera de les basses de Gallissà a Bellver de Cerdanya semblen que han permès una millora de l'estat del seu canal de connexió amb el curs principal del riu Segre. D'altra banda, tot i haver-s'hi detectat una disminució del poblament de peixos, el riu Segre a l'illa de la Prada, aigua avall del nucli urbà de Prullans, segueix essent un espai fluvial d'una gran qualitat ambiental.

5. El tractament de les dades obtingudes els propers anys, doncs, hauria d'aportar dades valuoses de la resposta de les comunitats aquàtiques en aquests entorns fluvials que ja han anat canviant positivament, esdevenint més naturals després d'executar-s'hi les actuacions pilot del projecte Life Alnus.

8b / INDICADORS DE SEGUIMENT DEL PROJECTE LIFE ALNUS: HÀBITATS DE RIBERA

Jordi Camprodon[1,3], David Guixé[1], Pol Guardis[1], Teresa Valor[2], Pere Casals[2], Laura Torrent[1], Carles Durà[1], Lluís Bertrans[1], Ferran Oró[1], Víctor Sazatorni[1], Joan Font[3] i Carme Casas[3]

[1]Grup de Biologia de la Conservació. Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya

[2]Grup d'Ecologia i Gestió Silvopastoral. Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya

[3]Departament de Biociències. Universitat de Vic-Universitat Central de Catalunya

8b.1. Introducció

L'espai fluvial està compost pel medi aquàtic (llera o canal inundat) i el medi ripari (espai terrestre amb influència de la llera i del freàtic associat). Ambdós medis interaccionen en la intersecció de la llera amb la riba, en el que s'anomena *bankfull* o canal ple. La geomorfologia, l'aigua i la vegetació del canal ple exerceixen una gran influència en la distribució dels organismes de ribera i aquàtics (figura 137). El règim de crescudes del curs d'aigua i el freàtic estenen riba endins la influència del medi aquàtic, influència que s'esmorteix amb la distància al canal ple i es tradueix en una distintiva distribució de la vegetació. La més necessitada d'humitat edàfica i ambiental s'emplaça més propera al canal ple i als sòls riberencs de freàtic més superficial. Aquest gradient, que es complica en les planes al·luvials amb la formació de braços de riu secundaris, braços morts i aigua estancada, confereix als espais fluvials una complexitat ecològica extraordinària, que es tradueix en una de les majors diversitats biològiques dels ecosistemes continentals.

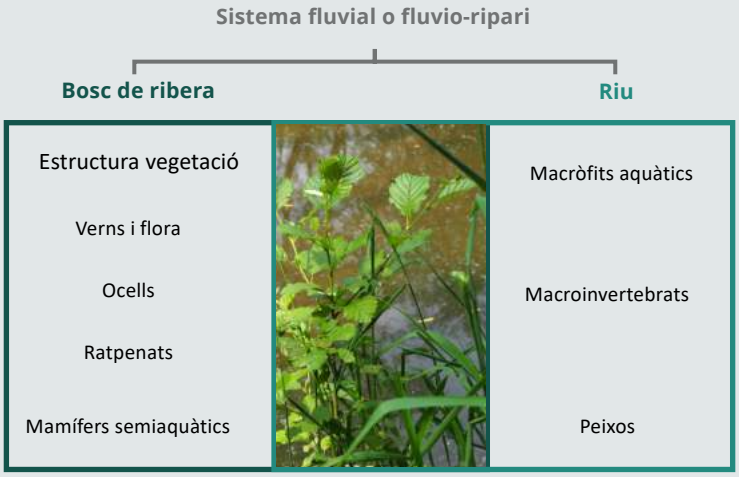


Figura 137 /

Indicadors biològics mesurats al projecte LIFE ALNUS. La imatge central representa la intersecció entre els components estructurals, hidromorfològics i de vegetació, que interconnecten els elements aquàtics i riparis.

En aquest capítol s'exposen els bioindicadors dels hàbitats de ribera. S'han seleccionat la flora vascular i la vegetació, els ocells, els ratpenats i els mamífers terrestres i semiaquàtics. Els mostreigs s'han dut a terme durant el període 2018-2020 a les tres conques d'actuació del LIFE ALNUS: Besòs, Alt Ter i Alt Segre.

Els objectius generals estan exposats al capítol anterior de seguiment d'indicadors aquàtics. Els objectius específics del seguiment de bioindicadors riparis que es recullen en aquest capítol són els següents:

1. Conèixer les comunitats de flora vascular i de diferents grups de vertebrats amb valor bioindicador de les tres conques d'actuació del LIFE ALNUS.

2. Determinar si les comunitats d'ocells i mamífers, pel seu valor intrínsec i/ com a bioindicadors, eren més diverses amb l'increment de la complexitat de l'estructura de l'espai fluvial. Aquesta informació és molt útil per integrar-la en la gestió, la restauració de l'hàbitat i la transferència dels resultats als gestors ambientals i al públic en general.

3. Esbrinar les causes del decaïment observat als verns a trams de capçalera.

4. Avaluar l'èxit de les plantacions per a la restauració del bosc de ribera.

5. Avaluar els processos de descomposició i mobilitat de la fusta morta de sistema fluvial.

6. Avaluar la incidència de les actuacions de restauració hidromorfològica i dels hàbitats de ribera en relació als grups bioindicadors.

L'avaluació de l'efecte de les actuacions de restauració no es mostren en aquest capítol. La seva finalització l'any 2022-2023 no van permetre la realització dels inventaris post-tractament a la hora de redactar aquets manual. D'altra banda, és ben conegut que la resposta de determinats organismes és a mitjà o llarg termini, com és el cas dels organismes de creixement lent, com dels arbres, o d'éssers vius amb requeriments d'hàbitat molt específics o associats a etapes avançades de la successió natural. Els propers anys es preveu anar efectuant un seguiment dels bioindicadors riparis (flora vascular i fauna vertebrada) als diferents trams fluvials amb accions de restauració.

8b.2. Àrees d'estudi

L'àrea d'estudi correspon al domini potencial de les vernedes de tipus mediterrani (conca del Besòs) i pirinenc (Alt Ter i Alt Segre) i les seves formes de transició (Ter Mitjà), acompanyades per altres formacions de ribera: salzedes de salze blanc i freixenedes, amb acompanyament puntual de petits rodals d'albereda, principalment sobre substrat al·luvial (per la descripció dels tipus biogeogràfics de verneda vegeu el capítol 2). Són comunitats típiques dels trams mitjans-baixes dels rius (Lara et al. 2004). No obstant, des del punt de vista topogràfic adoptem les denominacions d'Alt Segre per referint-nos a l'eix del Segre a la Cerdanya i l'Alt Urgell, Alt Ter per l'eix principal del Ter i del Freser per sobre Ripoll i Ter Mitjà per sota Ripoll fins al pantà de Sau. Més en concret, els seguiments s'han efectuat a quatre sectors de les tres conques fluvials catalanes anteriors:

1. Conca del Besòs: rius Congost i Mogent i rieres d'Ardenya, de Valcàrquera i d'Avencó.

2. Conca mitjana del Ter: riu Ter, des de Roda de Ter fins a Ripoll.

3. Conca alta del Ter: riu Ter des de Ripoll a Camprodon i el Freser de Ripoll a Ribes de Freser.

4. Conca alta del Segre: entre Puigcerdà i Organyà.

Vegeu-ne la localització a la figura 138.

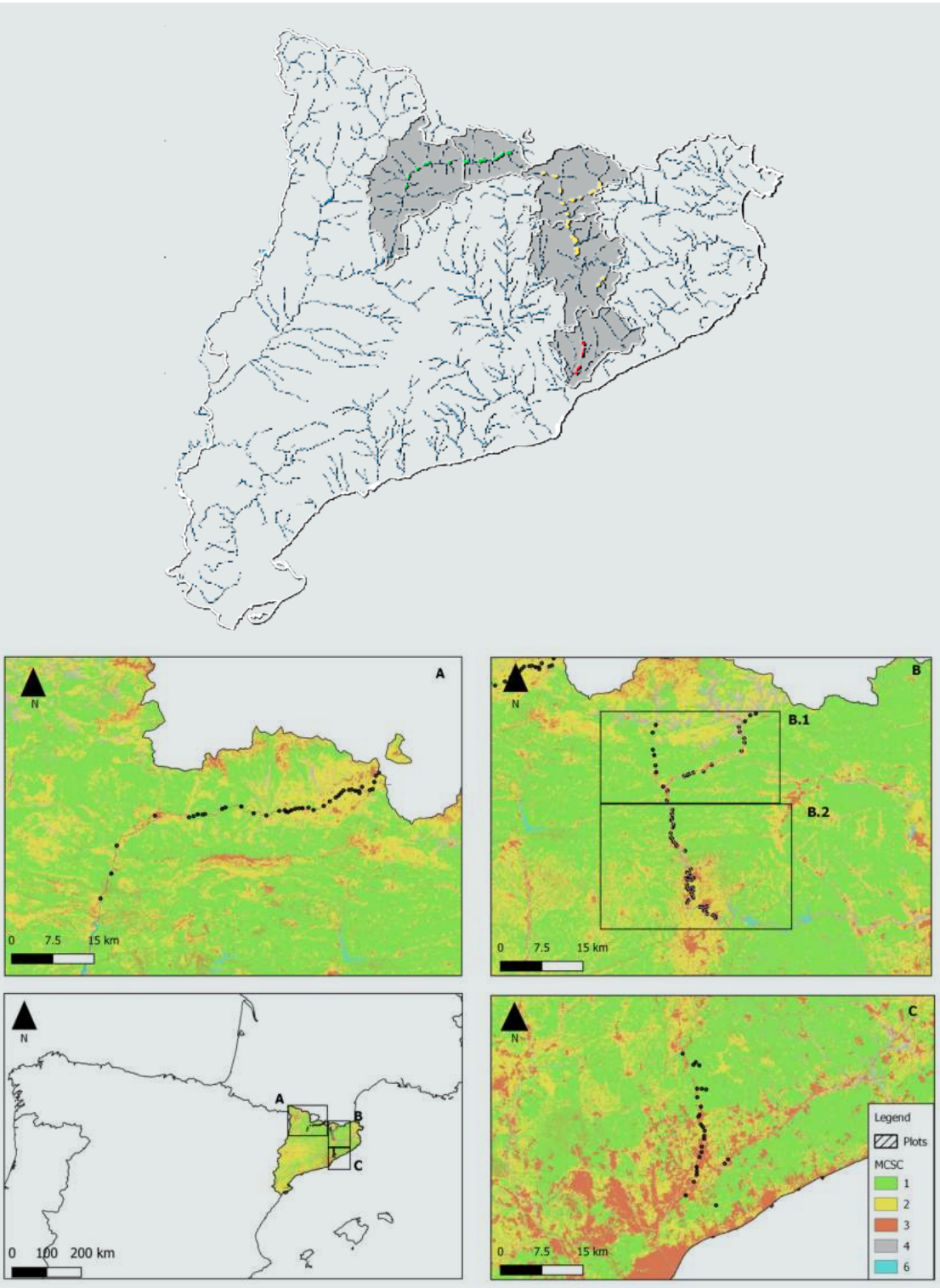


Figura 138 /

Localització de les quatre conques fluvials amb cartografia d'usos del sòl i emplaçament de les estacions de vegetació, ocells i ratpenats del projecte LIFE ALNUS. A: Conca del Segre. B: Ter-Osona i conca del Ter-Ripollès. B.1: Conca del Ter-Ripollès. B.2: Conca del Ter-Osona. C: Conca del Congost/Besòs. MCSC (Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya): 1- Bosc, 2- Àrees obertes/agricultura, 3- Àrees urbanes/productives, 4- Hàbitat de ribera, 5- Aigua. B. Localització dels transsectes de mamífers. Font: Bertrans (2019) al damunt del mapa de cobertes del sòl (CREAF, 2009) i Soler (2021).

Agró blanc (Casmerodius albus) aixecant el vol al riu Ter a la tardor. Foto: Jordi Bas.

8b.3. Metodologia

La planificació del mostreig de bioindicadors riparis parteix de dos enfocaments: a) mostreig sincrònic de la influència de l'estructura de l'hàbitat de bosc de ribera i la configuració del paisatge en un gradient de major a menor antropització, amb 3 escenaris de matriu de paisatge: urbana, agrícola i forestal; b) anàlisi *Before-After-Control-Impact* (BACI), fonamentat en el mostreig abans i després de la realització de les actuacions de restauració, comparant sectors restaurats amb altres de control. El seguiment de les actuacions tindrà continuïtat post-Life. Per a més detalls sobre la metodologia i els resultats descrits, es pot consultar Bertrans (2019), Guardis (2019), Font & Casas (2020), Oró (2020), Soler (2021) i Valor et al., (2020), treballs disponibles a la web del projecte LIFE ALNUS (lifealnus.eu).

8b.3.1. Inventaris de flora i vegetació

Creixement i decaïment del vern

Les tècniques dendrocronològiques i d'isòtops estables es van utilitzar per avaluar la relació entre el decaïment observat en verns de les capçaleres de les conques ALNUS i la sequera. L'estudi es va realitzar al voltant del torrent de les Comes Grans (conca del Ter), al terme municipal de Toses. Per més detalls de l'estudi i resultats, vegeu Valor et al. (2020). Les mateixes tècniques – o similars- s'empraran post-Life per avaluar la recuperació de la vegetació de ribera amb l'alliberament de cabals i la restauració fluvial. S'efectuarà un cop hagi transcorregut tres o quatre anys després de les actuacions, un cop el sistema fluvial i la vegetació hagin assolit una certa estabilització. Es mesuraran arbres de ribera emplaçats per sobre i per sota les centrals hidroelèctriques que han començat a alliberar cabals de manteniment i per sobre i per sota i a l'interior de les actuacions de restauració hidromorfològica i de restauració de la vegetació ripària.

Flora de ribera, vegetació, hàbitats i paisatge

La caracterització de la vegetació i dels hàbitats va consistir en la realització d'inventaris fitocenològics en els diferents hàbitats de quatre zones on es realitzaven accions de restauració de la vegetació de ribera (taula 9). Per a l'avaluació de l'estat de conservació del bosc de ribera es va utilitzar l'Índex de Vegetació Fluvial (IVF; Gutiérrez & Salvat, 2006), proposat per l'Agència Catalana de l'Aigua. Es va calcular a partir de les dades dels inventaris florístics. Per la valoració de l'índex veure ACA (2006). Es van realitzar 72 inventaris durant la primavera i estiu del 2018, abans de les actuacions de restauració. Els inventaris post-actuació es realitzaran la primavera-estiu de 2023, un cop hagi passat prou temps de les intervencions. Per a més informació es pot consultar Font & Casas (2020).

Taula 9 / **Relació de les zones d'actuació del projecte LIFE ALNUS i de les localitats on s'han fet els inventaris florístics. Es distingeix el nombre d'inventaris en bosc de ribera, prat calcigat i herbassar higronitròfil.**

Conca	Tram	Municipi	Localitat	Bosc	Prat	Herbassar
Segre	Superior	Bellver de Cerdanya	Gallissà	3		
			Prat de Segre	3		
		Prullans	Potamolls i verneda de Prullans	3		
Ter	Superior	Camprodon	La Vall	6		
			Can Beia	5		
	Mitjà	Torelló	Can Batista	3		
			Illa de les Gambires	3	4	2
			Espadamala de Baix	4		
		Masies de Voltregà	Illa de Gallifa o del Sorral	5	3	1
Congost	Mitjà	Figaró-Montmany	Gallicant	2		
		La Garriga	Depuradora de la Garriga	2		
		Les Franqueses del Vallès	Pla de Llerona	1	1	
			El Falgar		2	2
	Inferior	Granollers	Parc de Ponent		2	3
			Palou	2	2	1
			Can Cabanyes	2	2	2

Es van realitzar inventaris de les variables forestals per caracteritzar l'estructura del bosc de ribera (figures 139 i 140). Les variables mesurades seleccionades podien tenir, alhora, certa influència en la distribució dels ocells i ratpenats, seguint Camprodon (2013) i Guixé & Camprodon (2018). Es va mesurar el diàmetre normal dels 30 arbres més propers al punt central del punt d'escolta/ecolocalització. Es va calcular la diversitat arbòria a partir de l'índex de diversitat de Shannon-Wiener, representada per la cobertura relativa de cada espècie d'arbre (Kohn & Pielou, 1977). Del conjunt dels 30 arbres es va estimar la densitat d'arbres petits (classes diamètriques 10-20 cm), mitjans (25-35 cm), grossos (35-45 cm) i molt grossos (>45 cm), mesurada com a dàmetre normal (a 1,3 m d'alçada del tronc) i expressada en arbres/ha (Leal et al., 2017). Es calculava l'àrea mostrejada a partir del mínim perímetre convex (MPC) dels arbres més externs. Dins el MPC també es va mesurar la densitat d'arbres morts en peu i tombats (peus/ha) amb diàmetre normal ≥ 7,5 cm. Els arbres morts en peu es van inspeccionar a la recerca de dendromicrohàbitats: cavitats en forma de fissures i cavitats excavades per picots que podessin servir com niu o refugi per a ocells cavícoles o ratpenats.

Es va mesurar el percentatge de cobertura de cada estrat de vegetació distribuïts a diferents alçades (0-25cm, 25-50cm, 50-100cm, 1-2m, 2-4m, 4-8m, 8-16m i més de 16m) en un transsecte de 50 m des del punt central cap a ambdues direccions paral·leles al riu segons (Prodon & Lebreton, 1981). Aquests transsectes també es van utilitzar per calcular l'índex Shannon-Wiener de diversitat arbòria i arbustiva basada en l'índex Braun-Blanquet (Khan et al., 2012).

Es va calcular el percentatge de cobertes del sòl en buffers circulars de tres radis diferents (100, 250 i 500 m) per capturar la composició en cobertes del sòl del paisatge entorn del bosc de ribera mostrejat. La diferent matriu paisatgística es va obtenir mitjançant la reclassificació del Mapa de Cobertes del Sòl (MCSC) (CREAF, 2009) en quatre classes seguint un gradient antròpic: urbà, agricultura/espais oberts, bosc de ribera, bosc zonal i masses d'aigua. El paisatge predominant i l'índex de diversitat de Shannon-Wiener, que estima l'heterogeneïtat del paisatge, es van mesurar per a cada buffer de MCSC reclassificat. Aquestes variables van ser analitzades pel programari ArcGIS (ESRI Inc., 2014). Per a més detalls veure Bertrans (2019) i Oró (2020).

Figura 139 /

Esquema del mostreig de l'estructura de l'hàbitat del projecte LIFE ALNUS. Font: Bertrans (2019) al damunt del mapa de cobertes del sòl (CREAF, 2009).

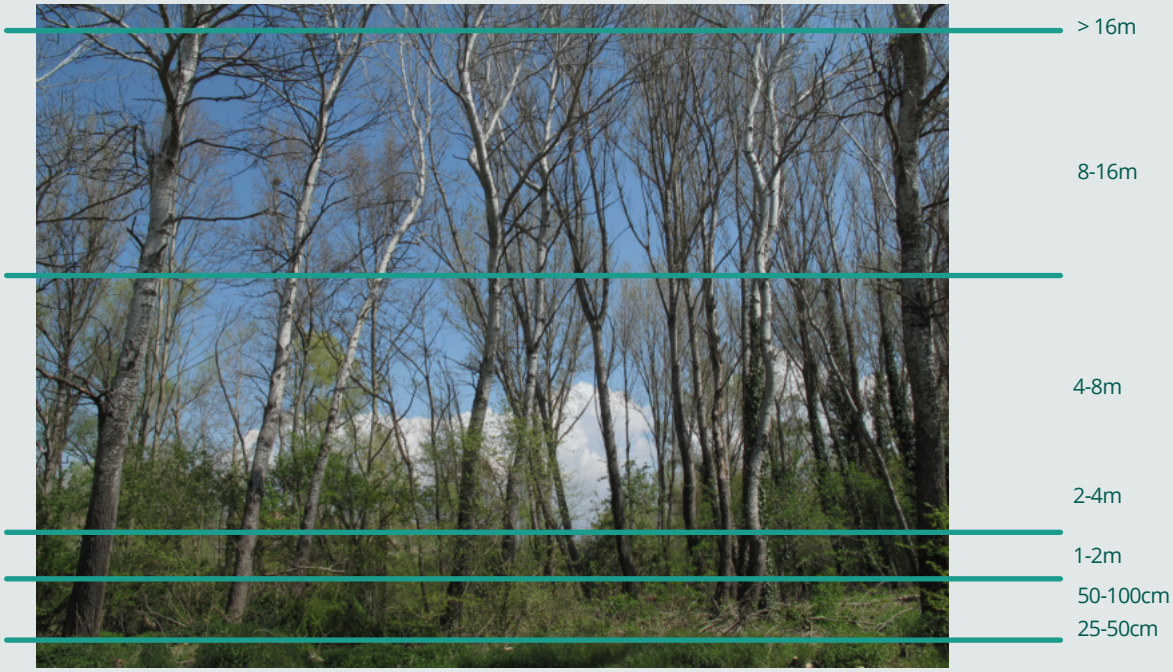


Figura 140 /

Esquema del mostreig del recobriment vertical de la vegetació (segons Prodon & Lebreton, 1981). Font: Bertrans (2019).

Per a relacionar l'estructura de l'hàbitat amb els mamífers terrestres i semi-aquàtics es van prendre diverses variables d'estructura hidromorfològica i de la vegetació al llarg dels transsectes de rastres, durant la primavera del 2021. Es van realitzar parcel·les semicirculars, de radi 25 m a la riba en contacte amb la llera cada 200 m al llarg del transsecte. Es van mesurar variables de l'hàbitat que poguessin influir en la distribució dels mamífers. Es van adaptar variables utilitzades en diversos protocols, com el QBR (Qualitat del Bosc de Ribera) de Munné et al. (2003) o IHG (Índex Hidrogeomorfològic) d'Ollero et al. (2008). El mapa de coberta del sòl va permetre calcular el percentatge d'ocupació de 6 tipus de coberta: a) aigua, b) sòl nu, c) bosc zonal, d) bosc de ribera; e) conreus, pastures i matolls, f) edificis i altres zones urbanes en un buffer de 100 m al voltant de cada transsecte. Els 100 m de *buffer* comprenien la variabilitat de l'hàbitat a l'entorn del riu, sense afegir soroll de cobertes massa allunyades de l'àrea central del nostre estudi. Les dades de paisatge es van analitzar amb el programari ArcGIS (ESRI Inc., 2014). Per a més detalls veure Soler (2021).

Fusta morta

Les grans restes llenyoses influeixen en la morfologia dels rius i en els processos d'erosió i retenció de sediments. Les restes, juntament amb la vegetació viva, contribueixen a la dissipació dels efectes de les riuades al dissipar part de l'energia del flux de l'aigua, i a la retenció de sòlids i partícules en suspensió (Wohl et al., 2016). Formen part del sistema fluvial i contribueixen a la seva biodiversitat com a generadores de microhàbitats, i a la retenció de carboni en el sòl. Tot i així, l'acumulació de fusta morta en els rius també pot augmentar el risc de danys en infraestructures ubicades a les zones potencials d'inundació (Mao et al., 2014). Durant el projecte LIFE ALNUS van succeir dues grans crescudes a les conques internes de Catalunya: el temporal Leslie (octubre de 2018) i el temporal Gloria (gener de 2020), que van generar una gran quantitat de restes vegetals, entre elles molts arbres de fusta mitjana i grossa. Per avaluar els possibles efectes en la geomorfologia dels rius, és important entendre la distribució de la fusta en els rius, els moviments i el temps de permanència. Per aquest conjunt de raons, des del LIFE ALNUS es va proposar realitzar un seguiment de la fusta morta en un dels trams més emblemàtics, on s'hi realitzaren accions de restauració hidromorfològica: les illes de les Gambires i del Sorral (riu Ter, Torelló-Masies de Voltregà).

Amb l'establiment del protocol de seguiment de fusta morta s'intenta donar resposta a diverses preguntes, com ara: 1) saber si la fusta morta s'incorpora a l'estructura del llit del riu, creant (a petita escala) nous espais de làmina d'aigua, cascades, piscines, refugis, etc.; 2) la capacitat de desplaçament de les grans restes vegetals en rius com el Ter, depenent de si la fusta morta és en peu o tombada i dels volums, llargada i emplaçament de la peça; 3) el temps de permanència i la distància del desplaçament; 4) obtenir informació dels danys en infraestructures que pot causar el desplaçament de la fusta morta; 5) quantificar els dendromicrohàbitats que es formen a la fusta morta i el procés de descomposició.

La metodologia emprada va consistir en el marcatge i monitoratge de 100 peces de fusta morta, de diverses mides i espècies, entre altres conceptes. Se les identificava en funció de la seva mida, pintant-les amb una sanefa, feta amb esprai de marcatge, i amb una xapa numèrica per a cada peça. Se'n farà un seguiment anual, preferentment fora de període vegetatiu, quan el terreny és més transitable, i després de cada episodi de crescuda.

8b.3.2. Censos de fauna: ocells i mamífers

Es van formular quatre hipòtesis de treball. La primera consistia en comprovar si els boscos de ribera contenen una alta diversitat ornítica i interès de conservació en relació amb altres hàbitats forestals. La segona, postulava que la diversitat d'ocells, ratpenats i mamífers terrestres i semi-aquàtics estaria correlacionada de forma significativa amb la matriu paisatgística: forestal, agrícola, urbana. La tercera hipòtesi tractava de corroborar si la complexitat estructural interna de l'hàbitat i la composició en espècies arbrades implicava una major diversitat dels diferents grups faunístics.

A les tres conques fluvials es van seleccionar 131 estacions d'escolta d'ocells (Bibby, 1992) i 48 estacions d'ecolocalització de ratpenats, seguint el protocol Quirohàbitats (2009), distribuïts equitativament en els diferents escenaris. La

separació entre estacions era de 500 m lineals en el cas dels ocells i 1000 m lineals en el cas dels ratpenats (figura 141). A cada estació d'escolta es registraven els ocells escoltats o vistos durant 20 minuts entre les 6:30 i les 9 del matí a l'època de cria, entre el 20 d'abril i el 10 de juny de 2018 i 2019. Es registraven els contactes en un radi de 25, 50 i 100 metres de l'observador. En els tractaments es va utilitzar el radi de 50 m que s'ajustava millor a les dimensions del bosc de ribera amb menor pèrdua de contactes (els boscos de ribera formen petits rodals, estrets habitualment, molt sovint per sota les 2,5 ha). Es van agrupar les espècies d'ocells en gremis ecològics de selecció del substrat de cria i/o alimentació: sòl, sotabosc, capçades, ocupants de cavitats en arbre, excavadors de cavitats en arbre (picots) (Camprodon 2013; Améztegui et al. 2018), així com les preferències a escala de paisatge: ocells especialistes forestals (es troben fonamentalment en boscos densos), generalistes (prefereixen boscos, però són presents en altres hàbitats amb arbres); ubiqüistes (presents en boscos però també o només en espais oberts), mosaic (ocells que prefereixen el mosaic agro-forestal). Per a més detalls veure Bertrans (2019).

Per mostrejar l'activitat de ratpenats es van utilitzar detectors d'ultrasons de Wildlife Acosutics models Song Meter SM3 i SM4. Les gravacions es van efectuar durant els mesos de juny, juliol i agost de 2018 i 2019. Els detectors gravaven durant 7 dies consecutius, obtenint dades diàriament des de mitja hora abans de la posta de sol fins mitja hora després de la sortida. Les gravacions es van analitzar mitjançant el Software Kaleidoscope Pro, de Wildlife Acoustics. Es van seleccionar les 4 nits amb major activitat per a cada punt. Es va calcular la mitjana del nombre de crits de ratpenats per espècie o grup fònic i per nit. Les espècies de ratpenats es van agrupar en gremis d'afinitat ecològica similar: arborícoles (es refugien preferentment en arbres), alimentació forestal (espècies que s'alimenten habitualment dins el bosc), i generalistes (ratpenats que es poden trobar en diferents hàbitats). Per a més detalls veure Oró (2020).

Per al mostreig de mamífers terrestres i semi-aquàtics es van realitzar transsectes lineals de rastres (petjades, excrements i altres senyals) al llarg d'un dels marges del riu i 2m de banda de cens, la tardor del 2019. És un mètode no invasiu i eficient per detectar la presència de mamífers terrestres i semi-aquàtics (Silveira et al., 2003). Els transsectes es van emplaçar per tenir almenys 5 km de mostreig en cada conca. En total es van realitzar 36 transsectes, que en bona part coincidien amb les estacions per a ocells i ratpenats. S'anotava individualment cada rastre que estava separat més de 20 metres de l'anterior.

Els mamífers es van agrupar en gremis d'espècies d'afinitat ecològica similar (adaptat de Molina-Vacas et al. 2009; Santos & Santos-Reis, 2010): carnívors semi-aquàtics, format per la llúdriga eurasiàtica (*Lutra lutra*), el visó americà (*Neovison vison*) i el turó europeu (*Mustela putorius*); carnívors forestals autòctons, constituït per la fagina (*Martes foina*), la geneta (*Genetta geneta*) i el teixó (*Meles meles*); carnívors domèstics, format pel gos (*Canis lupus familiaris*) i el gat (*Felis cattus*); grans herbívors (ungulats), composat pel senglar (*Sus scrofa*) i el cabirol (*Capreolus capreolus*); petits mamífers semi-aquàtics, constituït per les musaranyes d'aigua (*Neomys* sp.) i la rata d'aigua (*Arvicola sapidus*). La guineu (*Vulpes vulpes*) no va entrar a cap dels gremis anteriors al ser un depredador molt generalista. Els resultats es van expressar en l'Índex Quilomètric d'Abundància (IQA; recompte de rastres/quilòmetre lineal). Complementàriament, es van emplaçar 27 càmeres-trampa per comprovar la presència del turó europeu (*Mustela putorius*) allí on s'havien trobat rastres probables. Per a més detalls, veure Soler (2021).

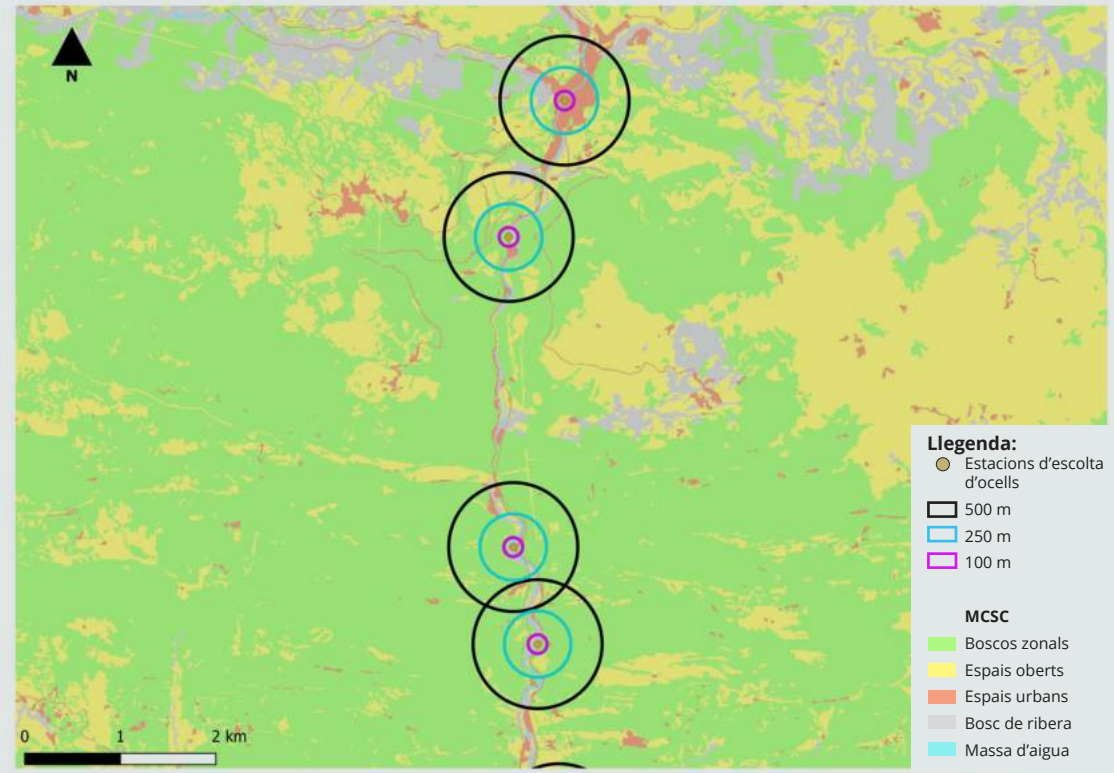


Figura 141 /

Exemple d'emplaçament d'estacions d'escolta al bosc de ribera amb els tres radis de cens 25, 50 i 100 m, del projecte LIFE ALNUS. Font: Bertrans (2019) sobre mapa de cobertes del sòl (CREAF, 2009).

Tractaments estadístics

Es van calcular correlacions de Pearson entre les cronologies residuals del vern i el cabal mensual. L'índex de resiliència dels verns al decaïment es va modelitzar utilitzant un model mixt en funció del temps, la vitalitat, la posició geomòrfica i les característiques del riu.

La influència de les variables ambientals en la distribució d'ocells i mamífers es va calcular per mitjà de models lineals generalitzats mixtos (GLMM). El conjunt inicial de variables predictives ambientals es va simplificar mitjançant l'anàlisi discriminatori de redundància (ADR) pels ocells o bé l'anàlisi de components principals (ACP) pels mamífers. Es van utilitzar els factors del ADR i del ACP com a variables independents i la riquesa i abundància de gremis d'afinitat ecològica d'ocells, ratpenats i mamífers terrestres i semi-aquàtics, com a variables resposta. Les dades es van analitzar mitjançant el programari estadístic RStudio versió 1.1.463 (R Core Team, 2019).

8b.4. Resultats obtinguts i discussió

8b.4.1. Creixement i decaïment del vern en funció de factors de canvi

Recuperació de la vegetació de ribera amb l'alliberament de cabals i la restauració fluvial

Una de les actuacions del projecte LIFE ALNUS va consistir en l'alliberament experimental de cabals en dues rescloses amb aprofitament hidroelèctric al riu Ter. Com es comenta en el capítol d'indicadors fluvials, en el transcurs del projecte LIFE ALNUS es van esdevenir episodis no habituals de crescudes. Aquesta circumstància, de manifestació aleatòria, va sobrepassar l'efecte d'alliberament de cabals. No obstant està previst, com a seguiment post-Life, comparar una sèrie representativa d'anys abans i després de les actuacions, per mitjà del creixement mitjà dels verns i anàlisi isotòpica, com a espècie vegetal freatòfila més sensible als cabals, i d'altres arbres de ribera. La comparació entre la ubicació dels verns i les dades proporcionades pels sensors de cabals haurien de permetre conèixer la resposta dels arbres a un increment i disminució estacional i abans/després de l'alliberament de cabals a les rescloses, que proporcioni més o menys aigua disponible. Els períodes crítics seran els de sequera, comparant una sèrie prou llarga d'anualitats. Tant la resposta de les espècies arbrades de ribera com l'avaluació del tractament d'invasores a les conques del Ter i del Besòs són aspectes a avaluar a mitjà i llarg termini.

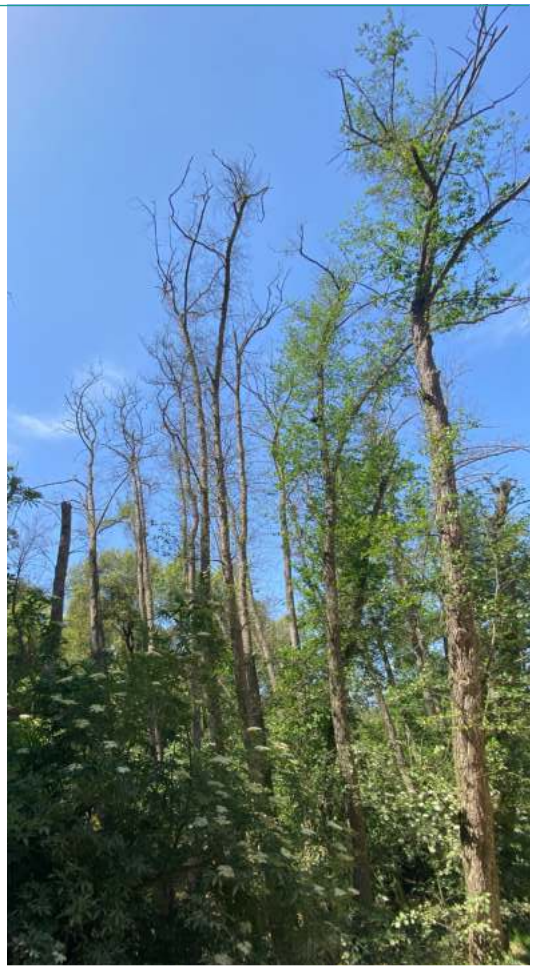


Figura 142 /

Verns decaiguts en un rodal de verneda de la riera d'Ardenya a la Serralada Prelitoral Catalana. Foto: Jordi Camprodon.

Verns: mesura de l'estrès hídric

Un fenomen evidenciat per les accions preparatòries del projecte ha estat el decaïment dels verns localitzats en capçaleres de les conques del Ter i del Besòs (figura 142). Actualment, el decaïment del vern és un dels majors problemes que afecta l'ecosistema ripari a les capçaleres de conca. Des de l'any 1993 un fong híbrid pertanyent al gènere *Phyotophthora*, s'ha estès a les vernedes distribuïdes pels ecosistemes fluvials, especialment centreeuropeus. No obstant això, al 2009, un estudi fitopatològic realitzat a la capçalera de la conca del Ter va descartar l'activitat d'aquest patogen, així com d'altres fongs. Altres factors abiòtics, com sequeres continuades que comportin potencials d'aigua a terra per sota de les necessitats hídriques del vern, podien ser les causants del decaïment. L'objectiu d'aquest estudi era avaluar la relació entre el decaïment del vern i la sequera. Per a més detalls veure Valor et al. (2020).

L'estudi va comprovar com el creixement dels individus en declivi estava influenciat pel clima en major mesura que els individus sans. Els individus moribunds començaren a decréixer a partir de la sequera de l'any 1998, la més extrema de la sèrie climàtica (figura 143). El seguiment post-Life s'aplicarà a curt i mitjà termini en la resposta dels verns i altra vegetació llenyosa als tractaments silvícoles de millora de l'estructura de l'arbrat i a l'èxit en el control d'espècies vegetals exòtiques (vegeu capítols 3 i 4).

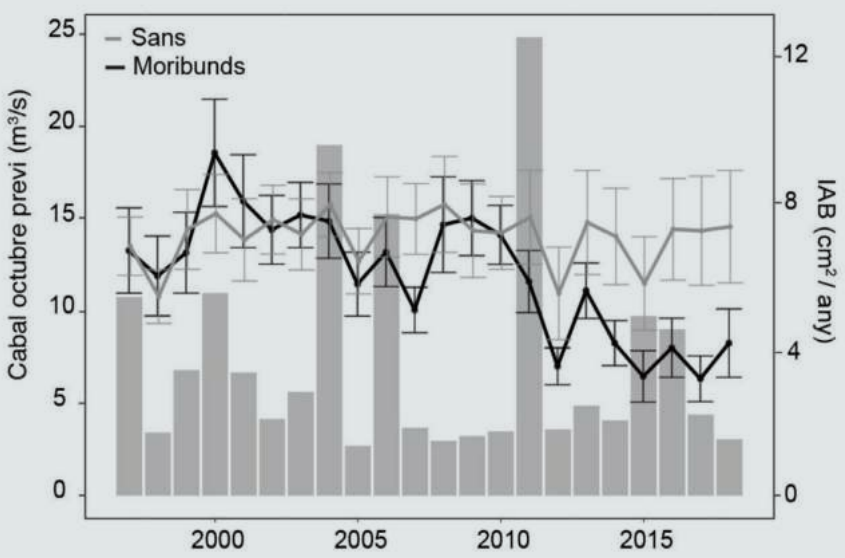


Figura 143 /

Cabal de l'octubre anterior i IAB per al període 1997-2018 al riu Ter a Ripoll. IAB: increments anuals d'àrea basal, resultat de la transformació de les mesures d'amplada dels anells de creixements dels verns analitats. Font: Valor et al. 2020.

La resiliència a la sequera dels individus moribunds respecte als individus sans disminuïa amb el temps (taula 10 i figura 144, superior). A més, a mesura que passava el temps, la resiliència dels individus més allunyats del riu disminuïa respecte a aquells que es trobaven més prop (taula 10 i figura 144, inferior). No obstant això, els individus allunyats amb menor creixement abans del 1998 mostraren una major resiliència que els arbres amb majors creixements (taula 10). En conclusió, la distancia al riu i la taxa de creixement influencien de forma negativa el creixement del vern.

Taula 10 / **Resum del model mixt (estimació ± error estàndard), que descriu la resiliència dels individus sans i moribunds de vern amb els esdeveniments de sequera (1998, 2005/07 i 2012/15), a la conca alta del Ter. Valors de p: ns, no significatiu, *p < 0,05. Font: Valor et al. 2020.**

Resiliència a la sequera	Valor	Error est.	*p*
Intersecció	0.35	0.56	ns
IAB (abans 1998)	0.10	0.06	ns
Distància al centre del riu	0.010	0.003	ns
Vitalitat (sans)	-0.71	0.31	ns
Temps	0.07	0.20	ns
Temps X Vitalitat (sans)	**0.37**	**0.16**	*
Temps X Distancia al centre del riu	**-0.002**	**0.004**	*
IAB X Distancia al centre del riu	**-0.001**	**0.000**	*
R marginal	0.24		
R condicional	0.40		

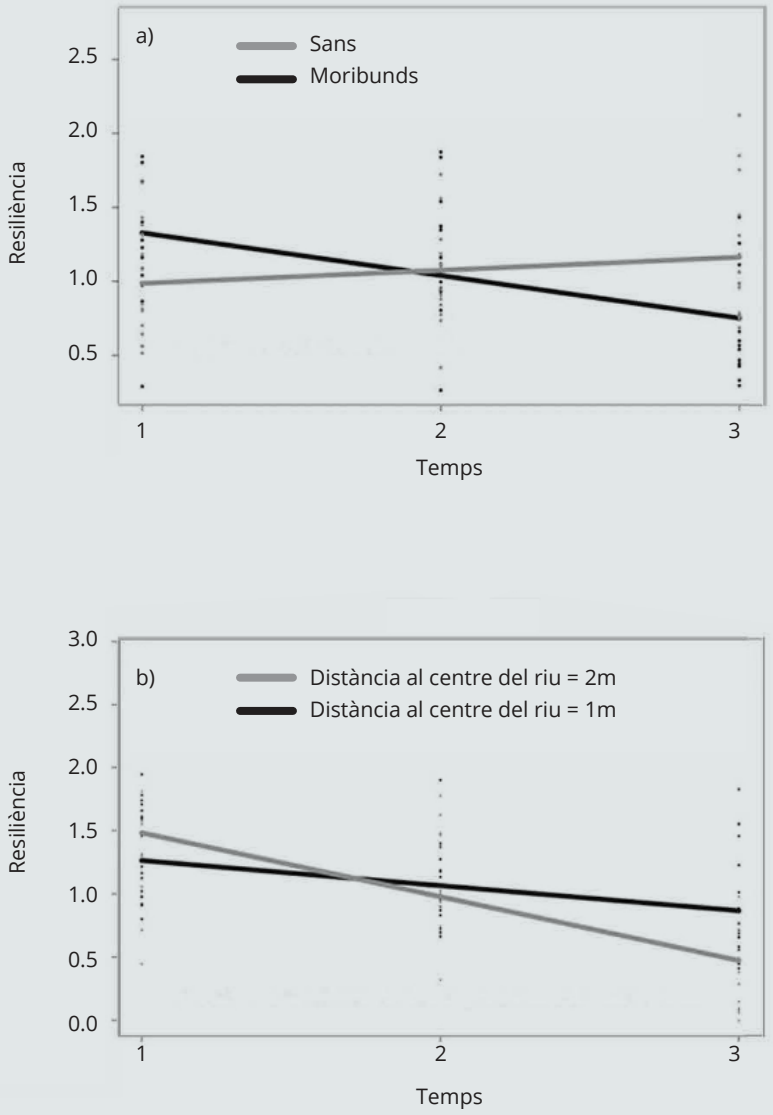


Figura 144 /

Línia de predicció i residus parcials del model de resiliència que mostra la interacció entre el temps i la vitalitat (superior) i el temps i distància al centre del riu (inferior). Font: Valor et al. 2020.

Sotabosc d'una freixeneda amb lliri de neu (*Galanthus nivalis)*. Riu Ter, a la comarca d'Osona. Foto: Jordi Camprodon.

8b.4.2. Estructura del bosc de ribera

Els arbres que apareixen com el més abundants de mitjana per inventari son per ordre decreixent el pollancre, el vern, el salze blanc i els freixes de fulla gran i de fulla petita (figura 145). La ocurrència d'altres espècies dominants per inventari, però que apareixen en poca freqüència, és considerable. També és apreciable la dominància d'espècies exòtiques en força estacions de mostreig. El pollancre apareix més vegades com a dominant al Ter i poca al Besòs. Al Ter es dona la confluència de pollancre nadiu amb híbrids i clons comercials. Al Besòs la populicultura és testimonial i al Segre la major part de pollancres es poden considerar autòctons i components naturals del sistema ripari. El vern és poc rellevant al Ter Mitjà, sigui per la degradació de les riberes sigui, alhora, perquè el substrat molt calcari no acaba d'afavorir-lo. En canvi, a l'Alt Ter i Segre, amb menys pressió antròpica i amb substrat silícic (sols i corrents d'aigua oligotròfics), el vern forma autèntiques vernedes. El salze blanc és abundant, sobretot sobre sols i corrents d'aigua rics en carbonats (eutròfics), com a espècie molt adaptable a substrats menys consolidats i exposats a les crescudes (Lara et al., 2004), on forma salzedes que arriben a ser monoespecífiques. Verns, salzes, freixes, àlbers i pollancres formen comunitats mixtes en terrenys al·luvials, sobretot en substrats mesotròfics i aigües amb carbonats i partícules silíciques transportades pel riu (Lara et al., 2004). La dominància d'altres espècies menys freqüents i d'exòtiques es nota més al Besòs, on el bosc de ribera té potencialment menys potència, a causa dels cabals més discrets del Congost i del Mogent. Hi apareixen espècies dels boscos zonals, com l'alzina, o bé estan degradats i dominats per exòtiques, sovint subespontànies, procedents d'arbres ornamentals, com l'om de carrer, el lledoner i l'ailant.

Les espècies més freqüents com a dominants en el sotabosc del bosc ripari de les tres conques són l'esbarzer de riu i l'esbarzer comú (figura 145). La canya es abundant al Besòs i perd força al Ter i al Segre, on és menys competitiva. La varietat d'altres espècies dominants és considerable segons l'estació de mostreig, sobretot al Ter. El gradient climàtic, orogràfic, hidromorfològic i antròpic al Ter propicia aquesta major varietat. La diversitat ecològica (índex de Shannon-Wiener) és elevada en arbres, sobretot al Besòs i a l' Alt Ter (figura 146). En el cas del Besòs la diversitat es deu a proporcions més equilibrades entre diferents espècies, entre elles espècies de segona línia, com el freixe de fulla petita i l'om, i zonals (alzina), que es mesclen amb les de primera línia, vern, salze blanc i àlber. A l'Alt Ter, la riquesa d'espècies de ribera i d'ambients humits, com els til·lers i els aurons, és major que en les altres conques. Al Segre la diversitat baixa, ja que es tracta de boscs al·luvials més amplis, dominants per una espècie típicament de ribera, vern, salze blanc o pollancre ver.

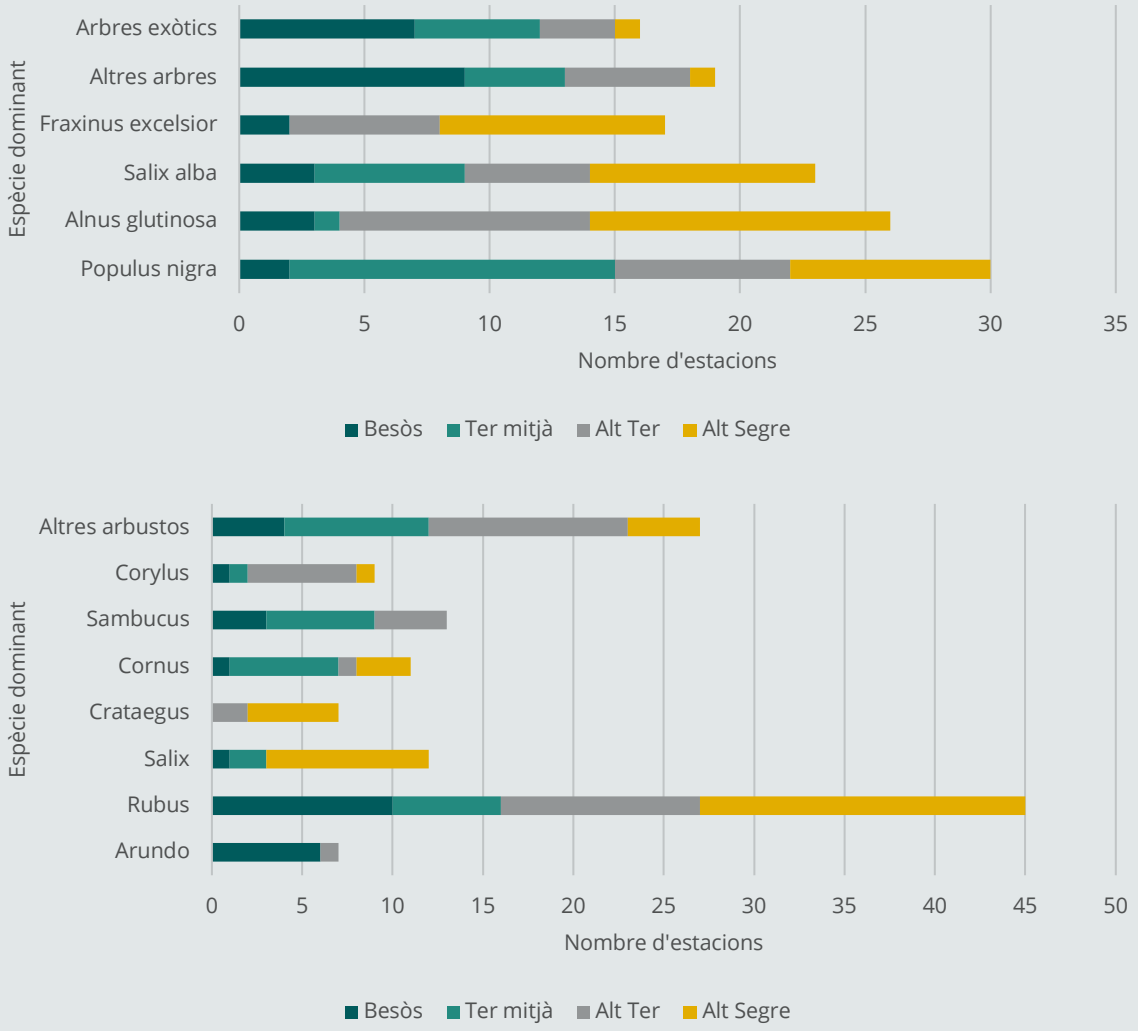


Figura 145 /

Composició d'espècies d'arbres i arbustos principals a les estacions d'inventari a les conques del Besòs, Ter i Alt Segre, expressat en nombre d'estacions en que l'espècie és dominant.

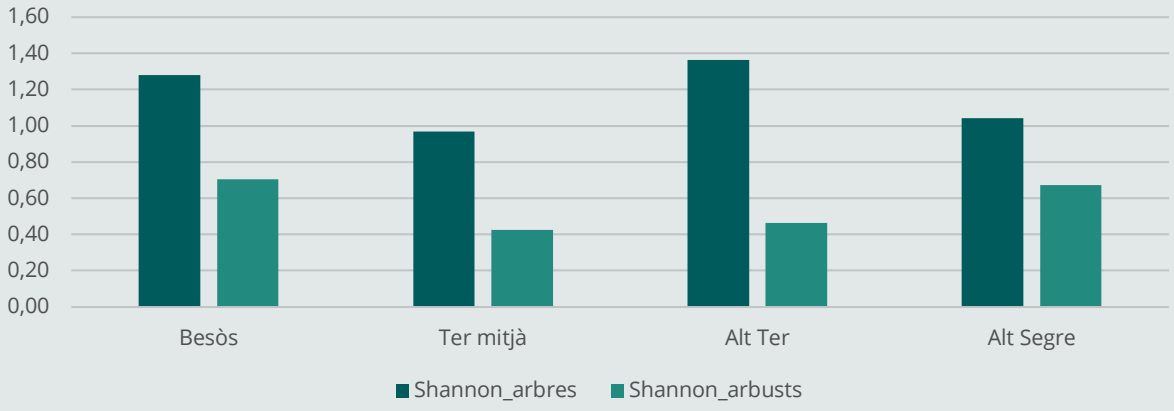


Figura 146 /

Diversitat ecològica (índex de Shannon-Wiener) d'espècies d'arbres i arbustos a les tres conques del LIFE ALNUS.

L'estratificació vertical de la vegetació és complexa, amb uns percentatges de recobriment considerablement elevats, des de l'estrat herbaci a l'arbori alt (més de 8 m d'alçada), passant per arbustiu baix (0,5- 2 m d'alçada) i un estrat arbustiu alt, arborescent i lianoide (2-8 m d'alçada) (figura 147). L'alçada de l'arbrat no s'enlaira gaire més enllà dels 16-20 m, amb pollancres, àlbers i freixes de fulla gran com a espècies més altes. El sòl acostuma es tenir recobriment herbaci i arbustiu reptant (molt representat pels esbarzers) per sobre del 50% de recobriment a totes les conques. L'arbustiu baix és menys important. El tancament de capçades limita l'estrat arbustiu, sobretot en les vernedes pures, que confonem un sotabosc esciòfil, dominat per herbàcies higròfiles o nemorals, amb abundància de geòfits i pteridòfits, junt amb espècies nitròfiles si l'entrada de nutrients per part riu o pel trepig del bestiar és important (vegeu més endavant en l'anàlisi del IVF). Per contra, l'arbustiu més heliòfil es desenvolupa bé a les clarianes i a les vorades de bosc, sovint dominat pels esbarzers. Els arbustos que tendeixen a assolir bona alçada, com l'avellaner, l'arç blanc i el saüc, són freqüents fins i tot amb recobriments arboris densos, que s'aproximen al tancament de capçades. Els boscos en un paisatge majoritàriament urbà tendeixen a tenir recobriments més baixos, sobretot als estrats alts, probablement a causa de una major pressió antròpica y una menor qualitat d'estació ecològica. Per conca, s'observa com el Segre acumula una estructura amb recobriments alts – o relativament més alts- en tots els estrats. Els estrats de més alçada evidencien un gradient de menys a més cobertura entre Besòs, Ter i Segre. Es pot atribuir a un gradient ascendent de major fertilitat del sòl, pluviometria i major estructuració i amplitud del bosc de ribera.

Figura 147 /

Distribució del recobriment vegetal del bosc de ribera segons distribució en alçades proposada per Prodon i Lebreton (1981), segons la coberta del sòl dominant (CREAF, 2009) que envolta cada estació i segons la conca.

L'arbrat té una estructura de bosc irregular amb densitat descendent de les diferents classes d'edat (figura 148). A l'Alt Ter i Alt Segre és on el bosc de ribera té una major representació de classes d'edat petites i mitjanes, fet que denota una major capacitat de regeneració, sigui vegetativa o sexual, situació que es coherent amb la major estructuració vertical de les cobertes vegetals, comentada abans. Al Ter Mitjà i al Besòs, les classes d'edat menors tenen menor densitat de peus. Això pot ser causat per diferents factors que responen una major varietat de situacions: boscos més estrets, major influència de les avingudes, major pressió antròpica, etc. Per matriu de paisatge dominant, s'observa com els boscos de ribera en zona majoritàriament forestal són més densos i segueixen una estructura més irregular de classes d'edat, probablement semblant a les dels boscos zonals. En canvi, els boscos de ribera en zona majoritàriament urbana son relativament poc densos en arbre petits i mitjans i tendeixen a regularitzar-se. Probablement, la seva menor potència en amplada i exposició a pertorbacions, redueixin la capacitat de regeneració i el nombre de peus de les classes d'edat inferiors. Els boscos de ribera en matriu agrícola s'emplacen en una situació intermèdia.

Figura 148 /

Distribució diametral (diàmetre normal, mesurat a 1,3 m d'alçada del tronc) dels arbres en les estacions d'inventari de les conques del LIFE ALNUS, segons la conca i segons la coberta del sòl dominant (CREAF, 2009) que envolta cada rodal on s'ha fet l'inventari. Densitat d'arbres petits (classes diamètriques 10-20 cm), mitjans (25-35 cm), grossos (35-45 cm) i molt grossos (>45 cm).

Els arbres morts, en peu i tombats, és significativament major en els boscos de matriu paisatgística dominada per conreus, pastures i boscos zonals (figura 149). En aquests entorns, els boscos de ribera acostumen a tenir major amplitud i major naturalitat que en boscos en matriu urbana. Aquests factors afavoreixen la formació de fusta morta per decaïment natural dels arbres (causada per mortalitat natural i competència), junt amb la influència de les crescudes del riu, que trenquen o desarrelen proporcionalment més arbres al haver-hi més densitat de peus petits i mitjans. Les clarianes obertes pel decaïment, trencament o desarrelament dels arbres son una oportunitat per a la renovació del sistema i pot estimular la regeneració de l'arbrat. Per exemple, després de dos temporals molt seguits (Leslie i Glòria) es va observar regeneració novella de vern on la crescuda havia reduït competència i/o aportat sediments i nutrients. Aquesta regeneració no s'havia observat abans dels temporals. En la matriu urbana, els boscos de ribera tenen menys amplitud i amb major proporció d'arbres grossos, més resistents a l'efecte de les avingudes. Per conques, es veu clarament com l'Alt Ter i l'Alt Segre tenen major densitat de fusta morta al ser boscos, de mitjana, amb major amplitud i naturalitat. Els dendromicrohàbitats mesurats en la fusta morta (cavitats aptes com a refugi per a la fauna vertebrada) estan totalment correlacionades amb la densitat de fusta morta de mida mitjana i grossa. Per aquesta raó, la seva densitat segueix la mateixa tendència.

Els treballs de millora silvícola efectuats pel LIFE ALNUS a les conques del Besòs i del Ter han contribuït a reduir moderadament la densitat de peus, tant d'espècies autòctones competidores com, sobretot d'exòtiques (vegeu els capítols 3 i 4 per a més detalls sobre els tractaments). El seguiment de la dinàmica post-tractament s'efectuarà post-Life, al ser una resposta a mitjà i llarg termini.

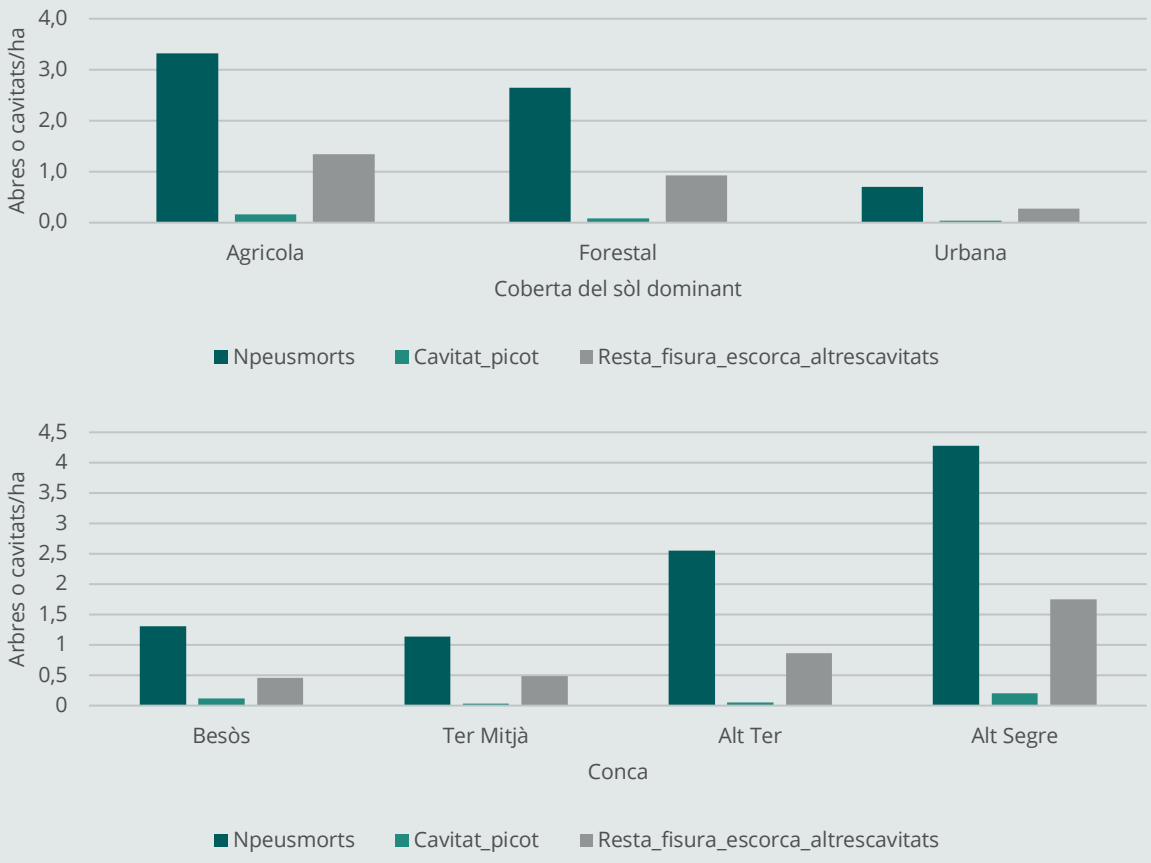


Figura 149 /

Densitat d'arbres morts en peu i cavitats de picot i en fissures del tronc en les estacions d'inventari de les conques del LIFE ALNUS, segons la coberta del sòl dominant (CREAF, 2009) que envolta cada estació i segons la conca.

8b.4.3. Seguiment de fusta morta

Entendre la dinàmica de mobilització de la fusta morta en riberes i lleres fluvials permet elaborar orientacions de com gestionar-la per mantenir o potenciar la dinàmica ecològica dels rius i, a la vegada, disminuir els riscos per a les infraestructures. Aquesta necessitat és prioritària, especialment, en els casos de grans cúmuls de fusta morta produïda per les crescudes extraordinàries. En aquests casos, com a mesura de gestió, se sol procedir amb la seva retirada sistemàtica, sense atendre a criteris ecològics. Preservar-la allà on no suposi un risc significatiu per les infraestructures fluvials pot aportar molts més beneficis que inconvenients.

Entre la finques de can Batista i Les Gambires (Torelló) i la Illa del Sorral (Masies de Voltregà), al riu Ter, es van marcar 100 peces de mitjana i grans dimensions, repartides entre les espècies següents, segons disponibilitat sobre el terreny: salze blanc (58), pollancre (26), vern (10), àlber (1), plataner (1), espècie indeterminada (4) (figura 150). Les dimensions mitjanes totals foren de 44,9 cm de diàmetre a la base del tronc, 34,35 cm de diàmetre al centre, 24,9 cm de diàmetre a la punta i 6,75 m de longitud. Bona part dels arbres eren tombats però encara vius o en declivi (28 peus), però la majoria morts recents, sigui a conseqüència dels grans temporals o generats anteriorment (38 peus); força peces estaven en procés de descomposició (pèrdua de branques, 26 peus, descomposició avançada, 8 peus). Els arbres vius o en declivi havien estat tombats i desarrelats al mateix lloc, no transportats per l'aigua. Part dels morts procedien del mateix emplaçament o havien estat transportats pels temporals. El Leslie, que fou el primer dels dos, tombà i transportà molta biomassa que s'havia acumulat des de la última gran crescuda, als anys 80. Respecte a la ubicació i estabilitat, 37 peces es disposaven formant part d'un cúmul de restes vegetals encallades en els arbres vius en peu, 14 peces estaven subjecte a la vegetació viva sense formar cúmul i 5 aplicades sobre el sòl sense estar encallades per arbres en peu i 20 unitats eren fusta morta en peu. Totes aquestes peces estaven a certa distància (en metres) del *bankfull* o canal ple. Finalment, 15 peces es trobaven total o parcialment dins la llera i 9 en el *bankfull* o molt a prop.

És interessant apuntar que una part de les peces transportades eren peus tallats i deixats al bosc abans dels temporals. També és molt significatiu que la major part de la fusta que es va trossejar i deixar in situ com a mesura de gestió després del Leslie va ser transportada aigües avall pel Gloria i va encallar-se a rescloses i embassaments. Contràriament a les recomanacions del projecte LIFE ALNUS, es van trossejar les peces per sota 3 m de llargada, fet que va propiciar fàcilment la seva mobilització. Tant per aquesta raó, com per simular la successió natural de decaïment dels arbres, es recomana no trossejar la fusta morta.

Figura 150 /

Exemples de fusta morta de grans dimensions marcada per al seu seguiment a la Illa del Sorral, riu Ter, Masies de Voltregà. Fotos: Pol Guardis.

8b.4.4. Plantacions

La relació de planta utilitzada en la restauració de les vernedes a les tres conques del LIFE ALNUS s'indica a la taula 11. A cada conca es van seleccionar les espècies llenyoses i la proporció de cadascuna en funció dels inventaris botànics efectuats en els estudis previs (figura 151). La supervivència de les plantacions d'espècies llenyoses va estar molt condicionada pels episodis de sequera estival i per les crescudes derivades dels temporals Leslie i Glòria. A la conca el Besòs, una part important de les plantacions es van fer a l'hivern de 2019-2020 al Congost (Granollers). L'efecte de les riuades provocades pel temporal Glòria (gener 2020) van ser considerables. En els recomptes efectuats del 18 al 20 de febrer de 2020, dels verns plantats en sobreviu el 34%, de les estaques de salicàcies (de diverses espècies) el 81% i de les herbàcies i arbustives, totes elles més properes a l'aigua, en sobreviuen només el 7%. En certs punts, les marres passen del 90% el febrer de 2020. Per pal·liar-ho, es va fer una nova plantada de reforç l'hivern de 2021.

A la conca del Segre, la plantació de les Basses de Gallissà (Bellver de Cerdanya) també va patir importants baixes, en aquest cas, degut a les altes temperatures i la sequera estival de 2020, que es veieren aguditzades per l'entrada de la pandèmia de la SARS-CoV-2 el març d'aquell mateix any, fet que va causar la impossibilitat del reg de la planta, tal i com estava previst en el projecte. En el recompte efectuat el març de 2021 dels verns plantats en van sobreviure el 80%. La supervivència va ser elevada ja que s'havien plantat a les vores de les basses i canals de connexió entre basses, on el freàtic era més superficial; dels freixes de fulla gran plantats en van sobreviure el 31% i dels salzes, prop el 30%. Val a dir que l'espai s'emplaça sobre un antic abocador de runes i que l'estructura del sòl en certes parts més elevades no és bona, indrets on es va optar per plantar freixe espècies de segona línia.

A la conca del Ter, la plantació efectuada a l'Illa de les Gambires (Torelló), post-actuacions de la reconnexió de l'antic braç i de la dinàmica fluvial de la zona, el 2022 havia sobreviscut més del 90% de la planta, i només es van haver de reposar 100 unitats de vern, 115 unitats de freixe de fulla gran i 60 unitats de sanguinyol. El seguiment de les plantacions es va dur a terme a través d'un estudi efectuat per la Direcció d'Obra de l'actuació a l'Illa, sota encàrrec de l'ACA, i d'acord amb les premisses següents:

- *Alnus glutinosa* i *Salix atrocinerea*: plantats en les ubicacions de sòl més humit. Alçada inferior a 1 metre de la làmina d'aigua o bé al fons de les clotades i depressions del terreny.
- *Salix purpurea*: plantat a la riba de la llera principal del Ter.
- *Salix alba*: plantat en sòls humits, tot i que admet una alçada de 2 metres respecte de la làmina d'aigua.
- *Salix eleagnos*: plantat a totes les zones anteriors, sense una preferència concreta.
- *Farxinus excelsior*: plantat en els sòls més enlairats i/o secs, com a part de la banda externa de la verneda.
- *Ulmus minor*. Clons procedents d'arbres silvestres resistents a la grafiosi.
- Les plantacions es van disposar buscant formes irregulars naturals.
- No es van omplir totes les zones de plantació sinó que es van deixar espais buits per a una restauració passiva.

Taula 11 / **Espècies llenyoses plantades a cada una de les 3 conques fluvials del projecte LIFE ALNUS. La producció es va fer a partir de llavors o estaques recollides a cada conca hidrogràfica.**

Projecte de restauració	Espècies	Unitats
Basses de Gallissà	*Alnus glutinosa*	950
Bellver de Cerdanya	*Salix alba*	535
Riu Segre	*Fraxinus excelsior*	765
		2.250
Rius Congost i Tenes	*Alnus glutinosa*	3.887
Conca del Besòs	*Salix atrocinerea*	1.738
	Salix alba	2.576
	Salix elaeagnos	262
	Populus alba	450
	Cornus sanguinea	293
	Sambucus nigra	262
	Fraxinus angustifolia	800
	Ulmus minor	20
		10.288
Illa de Gambires	*Alnus glutinosa*	864
Torelló	*Salix alba*	380
Riu Ter	*Salix elaeagnos*	481
	Salix atrocinera	180
	Salix purpurea	180
	Fraxinus excelsior	880
		2.965
Desframentació de la verneda	*Alnus glutinosa*	2.591
Riu Ter, riu Gurri i riera Major	*Salix atrocinerea*	44
Conca del Ter	*Salix purpurea*	94
	Salix elaeagnos	129
	Salixa alba	44
	Salix caprea	69
	Populus alba	12
	Fraxinus excelsior	171
	Ulmus minor	101
	Prunus avium	15
	Acer campestre	18
	Tilia platyphyllos / cordata	3
	Corylus avellana	18
	Euonymus europaeus	53
	Sambucus nigra	123
	Cornus sanguinea	50
		3.535
	Total	**19.038**

Figura 151 /

Plantació de reintroducció de la verneda després de restauració hidromorfològica a la illa de les Gambires, riu Ter, Torelló, comarca d'Osona. Foto: Jordi Camprodon.

8b.4.5. Índex de vegetació fluvial

S'han registrat un total de 426 tàxons de plantes vasculars en el conjunt de les quatre àrees d'estudi (Segre, Alt Ter, Ter Mitjà i Congost), 66 dels quals (15,5 %) corresponen a tàxons al·lòctons. En els trams del riu Congost i del Ter a Osona s'ha detectat el percentatge més alt de tàxons al·lòctons invasors. S'evidencia un gradient fitogeogràfic lògic, de major presència de tàxons boreo-alpins i eurosiberians i un descens de mediterranis amb la latitud. Els tàxons pluri-regionals, en canvi, estan més relacionats amb el grau d'antropització (taula 12). Del conjunt de tàxons enregistrats només s'ha trobat una espècie amenaçada i legalment protegida a Catalunya: *Scirpus sylvaticus*, localitzada a la riba del Segre. Destaquen com a plantes rares o d'interès per a la conservació de la vegetació de ribera: *Aegopodium podagraria, Alopecurus geniculatus, subsp. geniculatus, Arctium lappa, Bidens tripartita, Dipsacus pilosus, Myosoton aquaticum* i *Stachys palustris*. Els tàxons rars poden ser considerats indicadors de l'estat de conservació i de la qualitat dels hàbitats fluvials. En aquesta llista s'inclouen algunes plantes autòctones pròpies d'herbassars nitròfils, que han vist reduïda la seva presència i han esdevingut cada cop més rares a causa per la competència amb plantes al·lòctones d'ecologia similar.

Taula 12 / **Nombre de tàxons de plantes vasculars segons l'element corològic (simplificat) i el grau d'establiment dels al·lòctons a les diferents zones d'estudi del projecte LIFE ALNUS. Entre parèntesi s'indica el percentatge respecte el total o respecte el total d'al·lòctones. Les localitats estan ordenades de més septentrionals a més meridionals. Font. Font & Casas, 2020.**

Conca	Taxons total	Boreo-alpins	Eurosiberians	Mediterranis	Pluri-regionals	Al·lòctons	Invasors	Establerts	No establerts
Segre	226 (53)	3 (1)	107 (47)	11 (5)	86 (38)	19 (8)	8 (42)	6 (32)	5 (26)
Ter superior	148 (35)	3 (2)	94 (64)	6 (4)	33 (22)	12 (8)	6 (50)	4 (33)	2 (17)
Ter mitjà	210 (49)	1 (0,5)	80 (38)	15 (7)	85 (40)	29 (14)	18 (62)	7 (24)	4 (14)
Congost mitjà	106 (26)	0	27 (25)	16 (15)	40 (38)	23 (22)	14 (61)	5 (22)	4 (17)
Congost superior	118 (28)	0	16 (14)	16 (14)	51 (43)	35 (30)	21 (60)	10 (29)	4 (11)
Total	426	5 (1)	163 (38)	49 (12)	143 (34)	66 (16)	34 (52)	21 (32)	11 (17)

Juntament amb les famílies que dominen habitualment els catàlegs florístics locals hi son ben representades algunes famílies, com les ciperàcies i les salicàcies, pel fet de tractar-se d'ambients fluvials i higròfils, on aquestes plantes tenen un desenvolupament òptim. En aquest mateix sentit, els gèneres *Carex*, *Populus* i *Salix* es troben entre els més ben representats. La menor representació del vern, tractant-se del domini potencial de les vernedes, es deu a factors antròpics (reducció de cabals, esculleres, canalitzacions, tallades) i ecològics (substrats calcaris i/o sòls al·luvials dominats per còdols i graves, excessivament drenats per a les exigències del vern i amb un freàtic baix). Les salzedes i alberedes toleren millor aquestes condicions. Alguns gèneres de compostes, com *Bidens* i *Artemisia*, amb una gran part de tàxons al·lòctons, també son rics en espècies en aquests ambients. Així com també gèneres amb molts representants lligats a ambients higronitròfils, com *Polygonum* i *Rumex*.

En el conjunt de les àrees d'actuació s'han identificat 12 hàbitats CORINE, 6 dels quals corresponen a boscos de ribera; d'aquests dos son Hàbitats d'Interès Comunitari (HIC): les vernedes (HIC91E0*) i les salzedes i alberedes (HIC 92AO). Els trams superiors del riu Segre i del Ter són eminentment forestals, mentre que al tram inferior del riu Congost la major superfície correspon a comunitats herbàcies secundàries. La verneda (i pollancreda) amb *Circaea lutetiana*, de l'estatge montà caracteritza els boscos de vern del Segre i del Ter superior. Al tram mitjà del Ter i al Congost es troba la verneda (de vegades pollancreda) amb ortiga morta (*Lamium flexuosum*), de la terra baixa plujosa i de l'estatge submontà. Acompanyen a la verneda, la salzeda de salze blanc de terra baixa i de la muntanya mitjana (Segre, Ter i Congost) i una segona franja ripària de freixeneda pirinenca (Segre i Ter), d'avellanosa mesohigròfila (Ter superior) i puntualment d'albareda (i pollancreda) de terra baixa (Ter mitjà i Congost) i d'omeda de terra baixa (Congost inferior). Les comunitats no arbrades principals son la bardissa d'esbarzer mesoxeròfila (Ter superior), el herbassars de plantes enfiladisses, subnitròfils, de les vores

d'aigua i el prats alts nitròfils, de fangars de les vores de riu, sovint calcigats (Ter mitjà i Congost).

La qualitat dels boscos de ribera en tots els trams estudiats es majoritàriament bo, en funció del grau de naturalitat. Tanmateix els boscos de ribera del tram mitjà del riu Ter tendeixen a presentar un nivell de qualitat mediocre, però amb molta variabilitat entre els diferents rodals. Es destacable la bona qualitat que presenten els boscos de ribera del tram mitjà del Congost (figura 152). Les diferencies en la qualitat del bosc de ribera entre els diferents trams caldria buscar-les sobretot en el percentatge de recobriment que tenen les espècies ruderals o nitròfiles i les espècies al·lòctones, molts d'elles associades a l'abundància d'herbassars higronitròfils i prats calcigats. La presència de tàxons al·lòctons s'incrementa de les capçaleres a les planes al·luvials, seguint un gradient d'antropització. Únicament en el cas del tram superior del Segre es produeix un fort contrast entre el percentatge de recobriment d'espècies pròpies del bosc de ribera (més del 50% del total de tàxons) i el d'espècies ruderals i al·lòctones. El bon estat del Segre es deu a l'existència de llacunes i potamolls i a la menor degradació antròpica del bosc. La presència d'espècies ruderals i nitròfiles en el tram superior del Segre i mitjà del Ter es atribuïble a la presència de bestiar que transita i/o pastura en aquestes zones. En el cas del tram inferior del Congost, és l'elevada antropització de l'entorn el que comporta l'increment del recobriment de les espècies ruderals. A l'illa de les Gambires (riu Ter), la colonització vegetal és important després del projecte de restauració hidromorfològica (veure capítol 6). Es van traslladar sediments grollers de l'illa aigües més amunt i es depositaren altre cop a l'illa els sediments fins reservats a part, com a coberta superficial. L'actuació es va finalitzar el maig de 2022 i entre juny i agost del mateix any, la vegetació ruderal i nitròfila ha anant ocupant progressivament l'espai intervingut, entre elles algun rebrot o plançó de robínia. La colonització vegetal es important a les zones on es van depositar els sediments grollers, que a la mateixa illa, on es reincorporaren els fins.

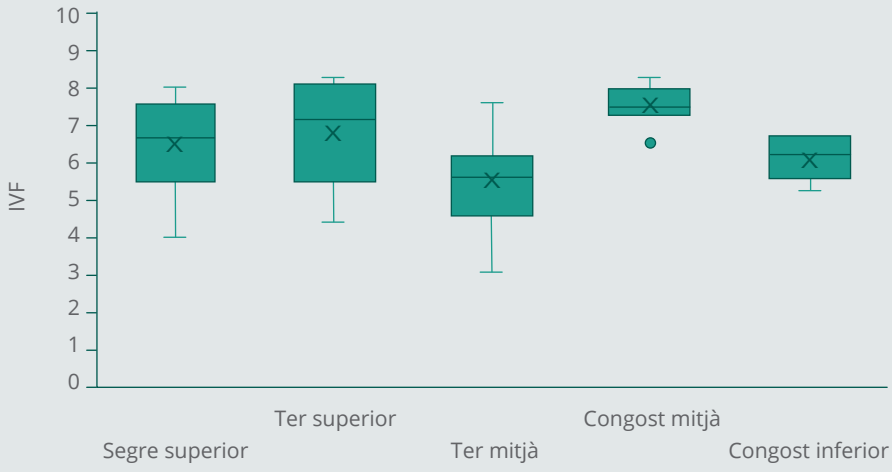


Figura 152 /

Índex de vegetació fluvial (IVF) a les quatre àrees d'estudi del projecte LIFE ALNUS. S'indica la puntuació de l'IVF per a cursos d'aigua tipus "permanent, semipermanent" (ACA, 2006). Categories de l'índex: molt bo (10-8), bo (8-6), mediocre (6-4), deficient (4-2), dolent (2-0). Font. Font & Casas, 2020.

Sanguinyol (*Cornus sanguinea*). Vorada de verneda al riu Ter. Foto: Jordi Bas.

8b.4.6. Relació de la fauna de ribera en funció de l'estructura de l'hàbitat

Ocells del bosc de ribera en comparació amb els boscos zonals

La riquesa absoluta dels ocells boscos de ribera ha estat de 75 espècies en les estacions d'escolta, amb una riquesa mitjana de 10,1 espècies/estació i una abundància mitjana de 15,5 individus/estació. La taula 13 llista les espècies més abundants. Els sistemes riparis acullen una major abundància d'individus, estadísticament significativa, però no d'espècies per estació, respecte a diferents tipologies de bosc representatives de les tres conques del LIFE ALNUS (figura 153). Si que s'observa una major riquesa absoluta d'espècies (figura 154). Alhora, boscos de ribera aporten una contribució a la conservació d'espècies d'interès especial, només ocasionalment detectada en les estacions d'escolta. Es el cas de la cria d'ardeids. Un verneda del riu Ter a Torelló conté una de les 6 grans colònies d'ardeids conegudes a Catalunya (figures 155 i 156).

Taula 13 / **Espècies d'ocells detectades a les tres conques del projecte LIFE ALNUS en estacions d'escolta a boscos de ribera, indicant els gremis ecològics segons l'especialització en l'hàbitat i els substrats de nidificació i d'alimentació. Es distingeix l'abundància relativa expressada en mitjana de contactes per estació en el total de mostra i en tres matrius dominants de paisatge en un "buffer" de 100 m al voltant del centre de l'estació: boscos, espais oberts (conreus, pastures i matolls) i espais urbans. S'inclouen només les espècies amb més de 0,1 contactes de mitjana per estació.**

Espècie	Especialització hàbitat	Hàbitat de cria	Hàbitat d'alimentació	Boscos	Espais oberts	Espais urbans	Total
Sylvia atricapilla	Especialista	Sotabosc	Sotabosc	1,60	1,15	0,77	1,27
Turdus merula	Generalista	Sotabosc	Sòl	1,15	1,08	1,17	1,13
Parus major	Especialista	Cavitats en arbre	Capçades	1,05	0,77	0,87	0,92
Troglodytes troglodytes	Generalista	Sotabosc	Sotabosc	0,95	0,79	0,53	0,81
Luscinia megarhynchos	Generalista	Sotabosc	Sotabosc	1,03	0,23	1,00	0,79
Columba palumbus	Generalista	Capçades	Sòl	0,79	0,36	1,07	0,73
Certhia brachydactyla	Especialista	Cavitats en arbre	Capçades	0,68	0,64	0,53	0,63
Anas plathyrhynchos	Aquàtic	Sòl	Aquàtic	0,58	0,21	1,27	0,63
Fringilla coelebs	Generalista	Capçades	Capçades	0,56	0,87	0,13	0,56
Erithacus rubecula	Generalista	Sotabosc	Sotabosc	0,45	0,74	0,43	0,53
Serinus serinus	Mosaic	Capçades	Sòl	0,44	0,33	0,93	0,52
Passer domesticus	Ubiquista	Edificis	Sòl	0,24	0,03	1,67	0,50
Cettia cetti	Aquàtic	Sotabosc	Sotabosc	0,44	0,05	1,13	0,48
Sturnus vulgaris	Ubiquista	Edificis	Sòl	0,52	0,03	0,63	0,40
Turdus philomelos	Especialista	Capçades	Sòl	0,29	0,56	0,10	0,33
Cyanistes caeruleus	Especialista	Cavitats en arbre	Capçades	0,31	0,38	0,17	0,30
Carduelis carduelis	Ubiquista	Capçades	Sòl	0,16	0,21	0,63	0,28
Motacilla cinerea	Aquàtic	Sòl	Aquàtic	0,18	0,36	0,30	0,26
Picus viridis	Mosaic	Cavitats en arbre	Tronc	0,16	0,00	0,80	0,26
Oriolus oriolus	Mosaic	Capçades	Capçades	0,37	0,23	0,00	0,24
Garrulus glandarius	Generalista	Capçades	Capçades	0,26	0,18	0,23	0,23
Aegithalos caudatus	Especialista	Sotabosc	Capçades	0,27	0,26	0,07	0,22
Sitta europaea	Especialista	Cavitats en arbre	Capçades	0,23	0,26	0,10	0,21
Chloris chloris	Mosaic	Capçades	Sòl	0,16	0,00	0,50	0,19
Motacilla alba	Aquàtic	Sòl	Aquàtic	0,15	0,10	0,40	0,19
Passer montanus	Ubiquista	Cavitats en arbre	Capçades	0,10	0,00	0,53	0,17
Cinclus cinclus	Aquàtic	Aquàtic	Aquàtic	0,05	0,36	0,10	0,15
Dendrocopos major	Especialista	Cavitats en arbre	Tronc	0,16	0,08	0,07	0,11
Phylloscopus collybita	Especialista	Sotabosc	Capçades	0,15	0,13	0,03	0,11
Regulus regulus	Especialista	Capçades	Capçades	0,05	0,28	0,00	0,11
Muscicapa striata	Mosaic	Capçades	Capçades	0,08	0,08	0,17	0,10

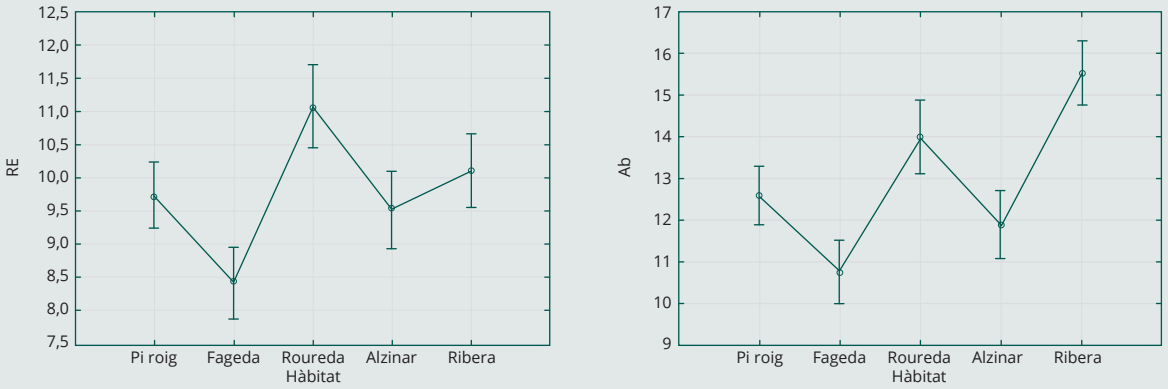


Figura 153 /

Relació entre la riquesa específica (RE) i l'abundància (Ab) mitjanes d'espècies d'ocells en diferents tipologies de bosc considerades en el marc del projecte LIFE ALNUS. Font de les dades que no són de ribera: Camprodon, 2013.

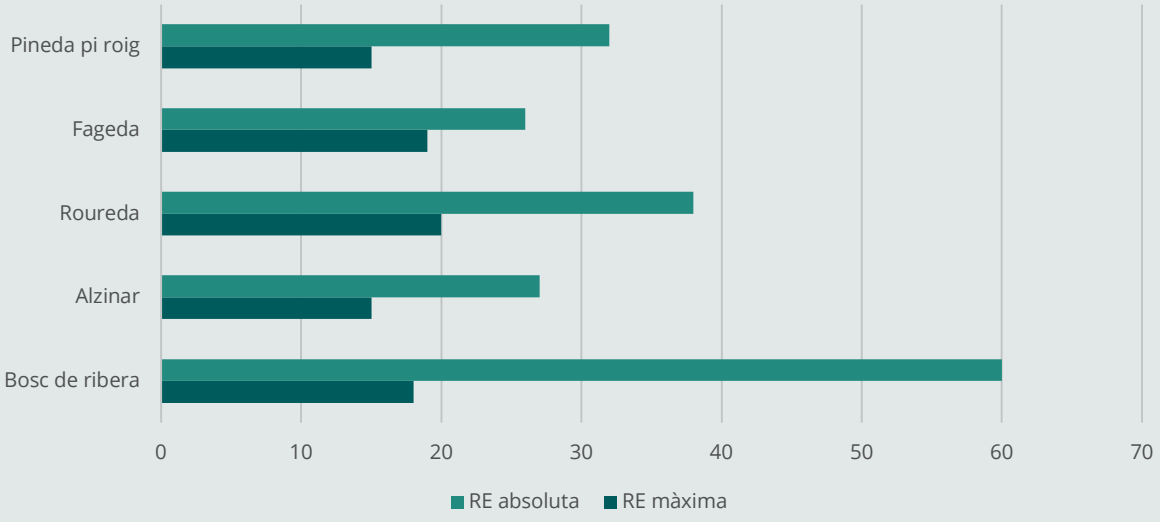


Figura 154 /

Nombre absolut d'espècies d'ocells i riquesa específica mitjana màxima per estació d'escolta en diferents tipologies de bosc considerades en le marc del projecte LIFE ALNUS. Font de les dades que no són de ribera: Camprodon, 2013.

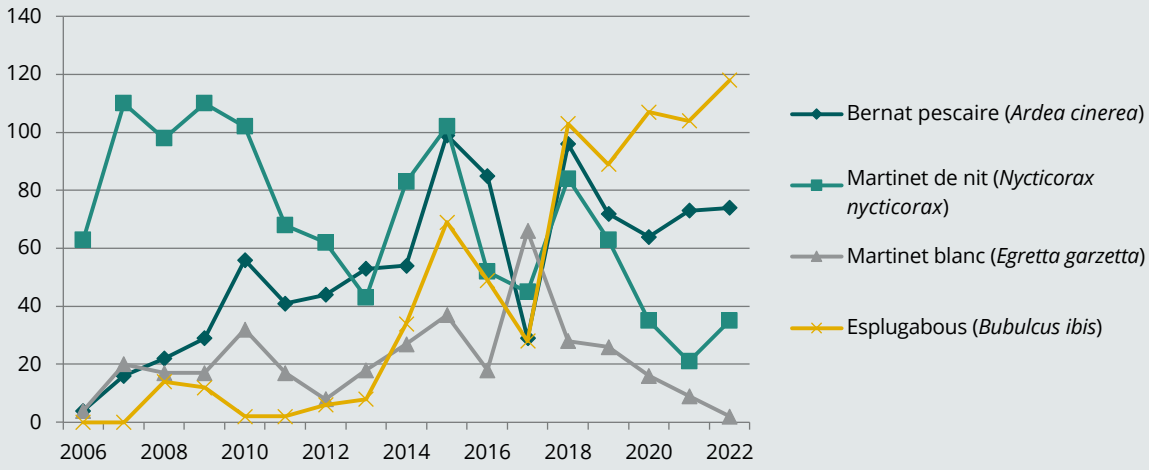


Figura 155 /

Evolució en el temps de la colònia de cria d'ardeids a la riba del riu Ter a Torelló (Osona). Els censos corresponen al mesos d'abril-maig de cada any. El baix nombre del 2017 es pot deure que el cens d'aquell any es va fer al juny. L'any de màxima ocupació va ser el 2018, amb 311 nius localitzats: 103 nius d'esplugabous (*Bubulcus ibis*), 96 de bernat pescaire (*Ardea cinerea*), 84 de martinet de nit (*Nycticorax nycticorax*) i 28 de martinet blanc (*Egretta garzetta*). Font: Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis - Universitat de Vic - Universitat Central de Catalunya.

Figura 156 /

Colònia de cria d'ardeids en una verneda de la riba del riu Ter a Torelló (Osona), inclosa a la xarxa fluvial del projecte LIFE ALNUS. Foto: Jordi Bas.

Ocells i composició del paisatge

Els boscos de ribera veïns envoltats de nuclis urbans (i espais oberts) acullen un nombre significatiu d'espècies generalistes (característiques de mosaics de paisatge), les ubiqüistes i les que s'alimenten al sòl, malgrat retenen bona part dels especialistes forestals. Els especialistes forestals mostren una preferència per la matriu forestal, a causa de les seves preferències per boscos amb coberta arbrada densa (Ameztegui et al., 2018), així com pel mosaic obert (figura 157). Les especies ubiqüistes estan significativament més representades als espais urbans per la presència d'ocells antropòfils, com el colom roquer, la garsa, el pardal comú i l'estornell vulgar (Duguid et al., 2016). Pel contrari, els paisatges urbans presenten una menor abundància d'espècies d'ocells considerades sensibles al grau d'humanització (Aronson et al., 2014).

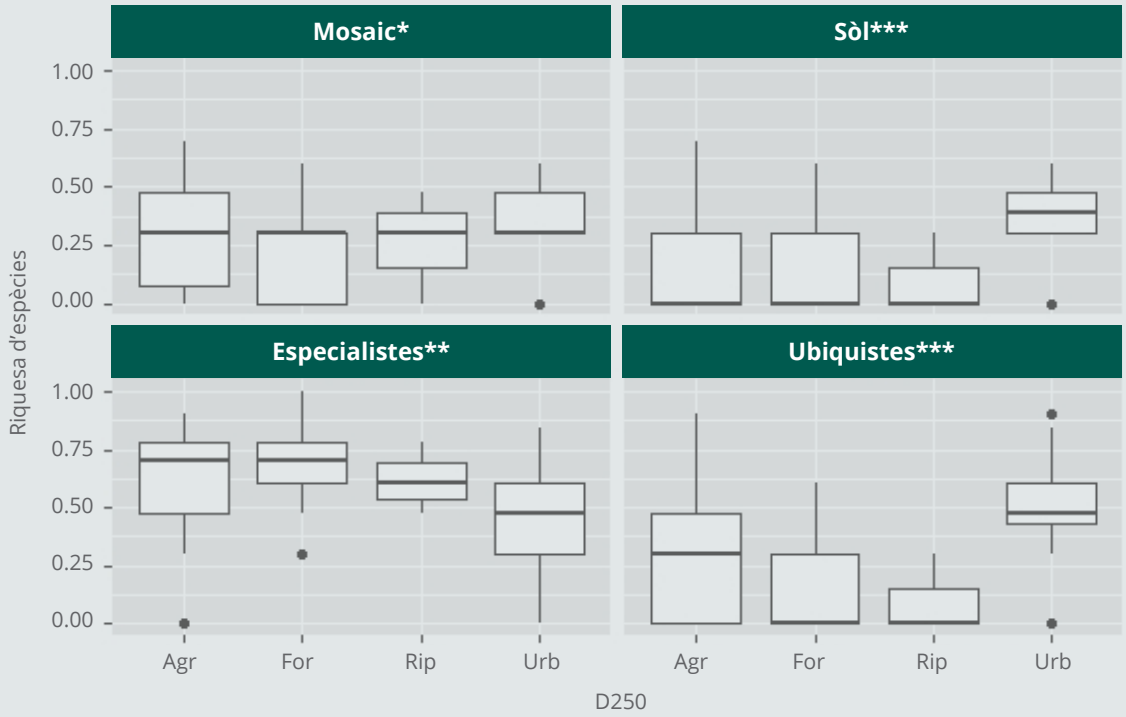


Figura 157 /

Mitjana d'espècies de cada gremi ecològic per estació d'escolta (riquesa específica) en relació amb les cobertes del sòl dins un radi de 250 m (D250) amb centre en el punt d'escolta, considerades en el marc del projecte LIFE ALNUS. Agr: agrícola i espais oberts (conreus, pastures i matolls); For: forestal (boscos), Rip: bosc ripari; Urb: zones urbanes residencials i industrials. P-valors: *0,05, **0,01, ***<0,001.

S'observa una major riquesa mitjana d'especialistes forestals i, entre aquests, els ocells que crien en cavitats i els excavadors amb el bosc ribera millor estructurat (aquí es considera com a tal els rodals que contenen més del 25 % dels arbres molt grossos i els arbres grossos per sobre la mitjana dels rodals, és a dir, 63,4 peus/ha) (figura 158). La mateixa tendència observen Batisteli et al. (2018). Reforcen i concreten aquestes preferències els models de selecció de variables que defineixen l'estructura de l'hàbitat a escala interna (GLMM): els especialistes forestals i els ocells cavícoles s'associen a arbres grossos i coberta arbrada alta i eviten els paisatges dominats per la matriu urbana (taula 16). Arbres grossos i alts poden oferir nínxols més diferents (Bae et al., 2018) i la matriu urbana sol anar associada a una reducció en superfície del bosc de ribera i un empobriment en plantes i animals i complexitat de la vegetació (Minor & Urban, 2010; Aronson et al., 2014). Entre

els cavícoles, els excavadors (pícids) són el grup taxonòmic i gremi ecològic més relacionats amb la maduresa i la amplitud (o superfície) del bosc de ribera i, alhora, es relacionen positivament amb la densitat d'arbres grossos i amb densitat d'arbres morts en peu. S'ha descrit com els picots utilitzen com a substrat de cria i/o alimentació arbres decaiguts o morts (Camprodon 2007 i 2013; Roberge et al., 2008). Tot i que el picot garser petit (*Dendrocopos minor*) està ben present als boscos de ribera de certa maduresa a la zona d'estudi, només s'ha detectat en una estació i s'estima que està subestimat per la seva baixa detectabilitat a partir del mes d'abril, quan comencen la cria.

Les espècies de mosaic agroforestal es van relacionar positivament amb la mescla de matriu agrícola i paisatge forestal, tot i que no de forma estadísticament significativa. Aquestes espècies no es troben en boscos densos o espais oberts amb arbres dispersos o boscos fragmentats amb una configuració espacial irregular (Heikkinen et al., 2004; Le Roux et al., 2015) i son més propis de grans fragments de bosc, de vàries hectàrees, envoltats d'espais oberts (Camprodon, 2013). Una combinació de mosaic en diferents etapes de desenvolupament pot afavorir la diversitat d'ocells forestals i de mosaic en els espais fluvials (Duguid et al., 2016; Mag & Ódor, 2015).

Per a més informació sobre els ocells i l'estructura ripària, veure Bertrans (2019).

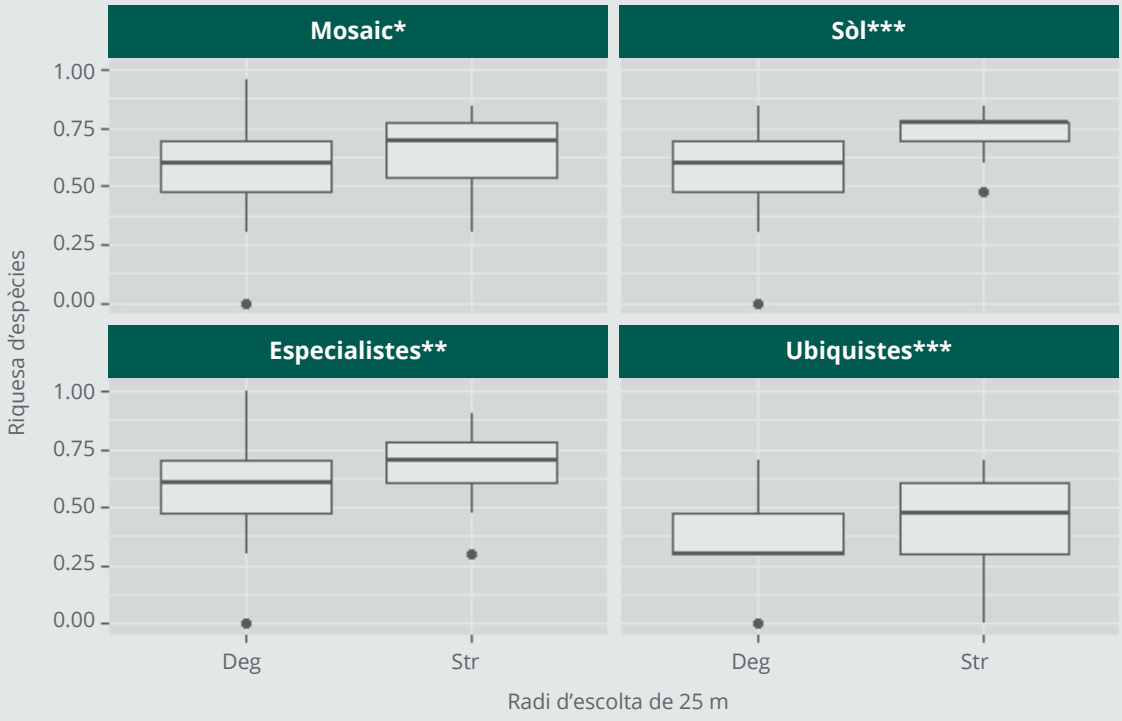


Figura 158 /

Nombre d'espècies mitjà de cada gremi ecològic per estació d'escolta (riquesa específica) en relació amb la categorització del bosc de ribera ben estructurat (str) i degradat (deg), considerades en el marc del projecte LIFE ALNUS. Estructurat: bosc de ribera amb més del 25 % dels arbres molt grans i arbres grans per sobre la mitjana dels rodals (63,4 peus/ha). P-valors: *(0.01), **(0.001), ***(<0.001).

Ratpenats i estructura del bosc de ribera

S'ha identificat un total de 17 espècies de quiròpters. L'espècie que s'ha detectat amb major nombre és la pipistrel·la comuna (*Pipistrellus pipistrellus*). El gran activitat de la pipistrel·la comuna es pot explicar al ser molt abundant i ben distribuïda a Catalunya (Flaquer & Puig, 2012) i Europa (Barratt et al., 1997; Arlettaz et al., 2000). Les espècies del gènere *Pipistrellus*, especialment la pipistrel·la comuna i la de vores clares, estan ben adaptades a la urbanització i il·luminació artificial (Pauwels et al., 2019) i es mouen bé pels entorns més humanitzats. En canvi, els gèneres *Rhinolophus* i *Myotis* són més sensibles a la llum artificial, que en disminueix les seves capacitats/aptituds físiques (Pauwels et al., 2019), i mostren menys activitat als trams fluvials urbanitzats analitzats. La pipistrel·la comuna utilitza un rang d'hàbitats molt ampli (Nicholls & Racey, 2006), més que no pas altres espècies del mateix gènere. En canvi, la pipistrel·la nana (*Pipistrellus pygmaeus*) i la pipistrel·la de vores clares (*Pipistrellus kuhlii*), tot i no ser tant abundants, sembla que utilitzen més el bosc de ribera com a refugi que la pipistrel·la comuna, a jutjar per la seva major ocupació de caixes refugi (veure més endavant).

A la conca del Besòs s'ha detectat una riquesa i activitat menor, amb una abundància relativa més gran de pipistrel·les i menys participació dels especialistes forestals (taula 14). Probablement està relacionat amb el major grau d'urbanització i major degradació del bosc de ribera. Les conques del Ter i del Segre, menys urbanitzades i amb una millor heterogeneïtat paisatgística (camps de conreu amb masses forestals), obtenen una millor diversitat d'espècies, tant les més generalistes, com les pipistrel·les, com d'altres que no s'alimenten tant en ambients urbanitzats, com les espècies del gènere *Rhinolophus* i *Plecotus* i espècies com el nòctul petit (*Nyctalus leisleri*) o el ratpenat de bosc (*Barbastella barbastellus*).

Taula 14 / **Representació del nombre d'espècies detectat a les diferents conques del projecte LIFE ALNUS, i de l'activitat total de ratpenats (mitjana crits/nit), activitat total sense comptar el gènere *Pipistrellus* i l'activitat d'espècies forestals estrictes.**

Conca	N màxim espècies detectades	Activitat total (mitjana crits/nit ± sd)	Activitat total sense *Pipistrellus* sp. (mitjana crits/nit ± sd)	Activitat espècies arborícoles (mitjana crits/nit ± sd)
Besòs	7	683,6 ± 541,3	36,5 ± 37,5	2,3 ± 4,8
Ter	12	731 ± 547,1	55,4 ± 79,8	3,1 ± 6,2
Segre	12	722,3 ± 536	47,7 ± 62,6	3,2 ± 6,2

La riquesa i activitat dels ratpenats arborícoles, així com les espècies que utilitzen el bosc per alimentar-se i el total d'espècies obviant les pipistrel·les, es relaciona positivament amb diversitat arbòria, en rodals amb poca cobertura de sotabosc i emplaçats en zones riberenques periurbanes (taula 16). De fet, la diversitat arbrada s'ha descrit com un factor que determina la riquesa i abundància de vertebrats i invertebrats (Jung et al. 2012). Una major diversitat arbòria pot comportar una major disponibilitat de preses i de refugis. Ober & Hayes (2008) descriuen una relació positiva entre l'abundància d'insectes i una major activitat dels quiròpters. Una baixa disponibilitat de refugis pot limitar la distribució i mida de la població dels ratpenats (Sedgeley & O'Donnell, 1999; Vonhof & Gwilliam, 2007). Diferents espècies d'arbres planifolis poden oferir diferents tipus de cavitats. Els picots tenen predilecció pels arbres de fusta tova, que habitualment es concentren a les riberes, per excavar els nius (Vonhof & Gwilliam, 2007; Charbonnier et al., 2016; Guixé & Camprodon, 2018).

Orellut daurat (*Plecotus auritus*), un ratpenat arborícola. Foto: Jordi Bas.

L'efecte del sotabosc és consistent amb la descrita per altres autors, i sembla estar relacionat amb el fet que una densitat i alçada excessiva de l'estrat arbustiu alt afecta negativament l'operativitat de vol dels quiròpters forestals, fent que els ratpenats prefereixin volar en zones amb una menor quantitat d'espècies arbustives i de lianes (Ober & Hayes, 2008; Guixé & Camprodon, 2018). En els rodals amb menor cobertura vertical de la vegetació hi conflueixen tant espècies adaptades a la caça en zones més denses, com en zones més obertes (Adams et al., 2009). Una distribució de l'estructura vertical del bosc idònia per a la caça de diferents espècies de ratpenats seria la formada per una arbrat alt i divers amb mosaics de sotabosc combinats amb clarianes (Guixé & Camprodon, 2018). Altrament, tot i que hom pot pensar que la relació entre les zones forestals periurbanes i els ratpenats hauria de ser negativa, cal destacar que els hàbitats boscosos o fragments de bosc en conurbacions poden ser d'especial importància pels quiròpters arborícoles o que s'alimenten al bosc, ja que son l'únic hàbitat arbrat disponible en una àrea extensa (Smith & Gehrt, 2010). Els amplis dominis vitals dels ratpenats, de varis quilòmetres al voltant dels refugis, poden ajudar a esmorteir els efectes de la fragmentació dels hàbitats.

Carnívors, petits mamífers i estructura del bosc de ribera

A partir dels rastres i del trampeig fotogràfic s'han comptabilitat 21 espècies. Les espècies que obtenen una mitjana superior a 20 rastres/km a les riberes de les tres conques ALNUS son, per ordre descendent, la llúdriga, el senglar, el visó americà, la guineu, la rata comuna i les musaranyes d'aigua (taula 15). A les capçaleres del Segre i del Ter es troba l'almesquera, espècie amenaçada, pròpia de cursos d'aigua de muntanya en bon estat ecològic. Les musaranyes d'aigua son espècies rares, de distribució poc coneguda encara a Catalunya. Han aparegut a les tres conques, sobretot les pirinenques. Els rastres no permeten distingir entre espècies. La rata d'aigua és una espècie que s'ha rarificat en els últims decennis. No obstant, han aparegut rastres en trams relativament ben conservats de les tres conques, sobretot a l'Alt Ter i Alt Segre. No es disposa dades fiables per analitzar el turó europeu. Els rastres reportats només es poden considerar pistes probables. Es van instal·lar 27 càmeres-trampa on s'havien registrat els rastres probables de turó europeu, però no van arribar a confirmar-ne la presència.

Taula 15 / **Índex quilomètric d'abundància pels rastres de les diferents espècies de mamífers terrestres i semi-aquàtics a les tres conques del projecte LIFE LANUS.**

Espècie	Alt Segre/Alt Ter	Ter mitjà	Besòs	Total	Mitjana
Lutra lutra	137,15	117,24	20,21	274,60	91,53
Sus scrofa	43,13	81,85	51,75	176,73	58,91
Neovison vison	11,39	104,40	21,47	137,26	45,75
Vulpes vulpes	51,41	42,82	4,84	99,07	33,02
Rattus norvegicus	19,39	22,05	35,11	76,55	25,52
Neomys fodiens/N. anomalus	40,80	19,35	0,83	60,98	20,33
Martes foina	38,41	16,93	0,83	56,17	18,72
Capreolus capreolus	31,63	23,29	0,85	55,77	18,59
Arvicola sapidus	25,85	9,17	1,33	36,35	12,12
Meles meles	14,45	12,36	3,21	30,02	10,01
*Mustela putorius**	17,73	2,64	0,00	20,37	6,79
Genetta genetta	7,79	5,60	1,33	14,72	4,91
Apodemus sp.**	3,78	6,59	2,16	12,53	4,18
Mustela nivalis	6,17	4,76	0,85	11,78	3,93
Cervus elaphus	4,24	6,69	0,00	10,93	3,64
Galemys pyrenaicus	10,27	0,00	0,00	10,27	3,42
*Erinaceus europaeus/Atelerix algirus****	4,86	2,68	2,16	9,70	3,23
Oryctolagus cuniculus	0,00	0,76	6,27	7,03	2,34
Felis silvestris	3,34	0,00	0,00	3,34	1,11
Elyomis quercinus	2,27	0,00	0,00	2,27	0,76
Talpa euroapea	1,69	0,00	0,00	1,69	0,56

** rastres probables, no confirmats pel fototrampeig*

*** identificat per fototrampeig, inclou rastres que poden pertànyer a altres ratolins o a talpons.*

***Atelerix algirus *es present a la conca del Besòs i* Erinaceus europaeus *a les del Ter i Segre.*

L'abundància de carnívors forestals s'han relacionat positivament amb la influència humana (selecció positiva de la proximitat de zones urbanes o industrials i carreteres) (taula 16). En segon lloc, mostren una preferència pels boscos amb major coberta vegetal entre 0 i 16 m (figura 159). El model explica en conjunt el 35,8 % de la variància. La primera associació pot interpretar-se com una major facilitat d'alimentar-se en la perifèria de zones urbanes, al tractar-se de carnívors d'alimentació generalista de territoris relativament grans, de fins a 3 km^2 (Rosalino & Santos-Reis, 2002; Fischer et al., 2005; Bakaloudis et al., 2012). Es possible que només necessitin un nucli dins del seu territori amb condicions òptimes i per a la resta del domini vital poden acceptar una àmplia gamma de condicions i hàbitats subòptims com a refugi (Camps & Alldredge, 2013). Les carreteres estan associades a la mortalitat de la fauna i és un fenomen ben estudiat per a diversos grups d'animals (Carvalho i Mira, 2010; Kociolek et al., 2011). Els petits mamífers poden utilitzar el límit de les carreteres com a refugi (Ruiz-Capillas et al., 2013) i ser una font d'aliment per als carnívors. Una coberta vegetal complexa els oferiria una major protecció i disponibilitat de refugis com a àrea nucli, i alhora una bona disponibilitat tròfica, que podien complementar amb els espais ecotònics i els entorns antròpics, on abunden els rosegadors com talpons, ratolins i rates.

La rata d'aigua i les musaranyes d'aigua són bioindicadors de bona qualitat de l'hàbitat, ja que són molt sensibles als factors de canvi i les pertorbacions (Mate et al., 2013). Els petits mamífers semi-aquàtics estan molt condicionats per la pressió de la depredació, essent el visó americà un depredador important, efecte observat per García-Díaz et al. (2013). El poblament de visó americà té l'origen en fugues de granges pelleteres durant la segona meitat del segle XX (Bonesi & Palazon, 2007). Ha proliferat a la xarxa hidrogràfica del Besòs i el Ter i representa una amenaça per a altres vertebrats, com la rata d'aigua i el turó europeu (Bonesi & Palazon, 2007; García-Díaz et al., 2013). Com que és una introducció recent, la seva distribució pot estar més influenciada per això que per les característiques de l'hàbitat (Balmori et al., 2015). És poc freqüent a la part alta de la conca del Segre i del Ter, lluny dels punts on es va alliberar (taula 15).

La rata d'aigua i les musaranyes d'aigua mostren una correlació negativa amb els depredadors domèstics (figura 159). Els gats domèstics en llibertat son probablement el depredador més abundant del planeta (Mori et al., 2019). Els gats són especialment problemàtics per als vertebrats de mida petita que es poden incloure a la seva dieta (Krauze-Gryz et al., 2012; Mori et al., 2019). S'ha informat que els gats cacen musaranyes (Mori et al., 2019) i als ecosistemes de ribera cacen musaranyes d'aigua, però no se les mengen a causa de l'olor desagradable que desprenen les seves glàndules odoríferes (Champneys, 2012). La correlació directa amb la abundància de depredadors autòctons pot explicar-se en part perquè ambdós grups busquen zones amb bona qualitat d'hàbitat i el paraigua que els depredadors autòctons despleguen contra el visó americà (Sergio et al., 2008).

Els petits mamífers semi-aquàtics seleccionen un hàbitat poc pertorbat (Champneys, 2012; Mate et al., 2013): sense rescloses, canalitzacions o ponts, infraestructures que poden modificar la dinàmica fluvial i modificar la morfologia de la ribera (taula 16). El model explica en conjunt el 13,7 % de la variància. S'observa una relació negativa amb les plantes nitròfiles, que es pot explicar per la simplificació estructural que representen els recobriments elevats d'ortigues.

Els contactes de llúdriga eurasiàtica (*Lutra lutra*), el visó americà (*Neovison vison*), el turó europeu (*Mustela putorius*), la guineu (*Vulpes vulpes*), el senglar (*Sus scrofa*) i el cabirol (*Capreolus capreolus*) no han mostrat cap relació estadísticament significativa amb cap variable ambiental. En el cas de la llúdriga es podrien explorar altres trets de l'hàbitat referents a la hidromorfologia o relacionar-la amb la biomassa de les seves preses (principalment crancs i peixos).

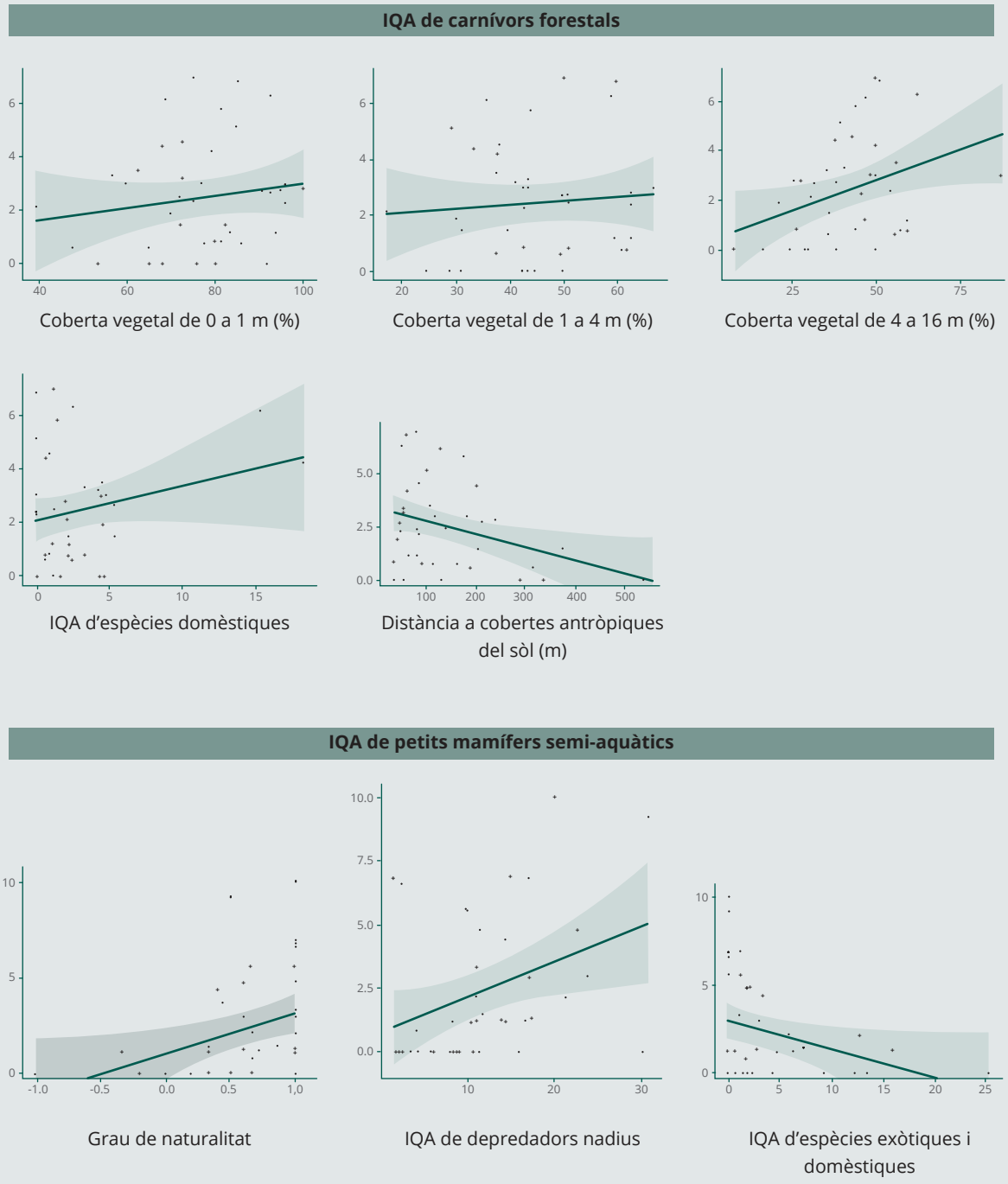


Figura 159 /

IQA (Índex quilomètric d'abundància) per a carnívors forestals i petits mamífers semi-aquàtics en relació amb variables seleccionades pels models GLMM considerats en el marc del projecte LIFE ALNUS.

Taula 16 / **Selecció de variables a escala de paisatge i de rodal per part de diferents grups de vertebrats considerats en el marc del projecte LIFE ALNUS, a partir de models lineals generalitzats mixtes (GLMM). En verd: relació positiva del grup amb la variable ambiental; en taronja: relació negativa. Coberta arbrada (4-16 m): percentatge de coberta vegetal, bàsicament arbrada, entre 4 i 16 m d'alçada. Arbres grossos (> 47,5 cm): densitat d'arbres majors a 47,5 cm de diàmetre normal en peus/ha. Sotabosc (1-4 m): percentatge de coberta del sotabosc (arbustos, lianes i arbres petits) entre 1 i 4 m d'alçada. Diversitat arbòria: índex de Shannon per espècies arbòries. Naturalitat fluvial: absència d'infraestructures (esculleres, rescloses, ponts), testat en carnívors terrestres i semiaquàtics. Diversitat paisatgística: índex de Shannon en un buffer de 500 m. Proximitat cobertes antròpiques: distància a nuclis urbanitzats i carreteres principals. Predadors nadius: abundància de carnívors autòctons (fagina, geneta, teixó i guineu). Predadors al·lòctons: abundància de carnívors al·lòctons (visó americà, gat domèstic i gos). Nivell de significació (p-valor): *(0,05); **(0,01); ***(<0,001).**

	Ocells forestals	Ocells cavícoles[1]	Ratpenats arborícoles[2]	Riquesa ratpenats	Carnívors forestals[3]	Petits mamífers[4]
Coberta vegetal (4-16 m)		**			*	
Arbres grossos (> 47,5 cm)	**	**	*	*		
Sotabosc (1-4 m)				*	*	
Diversitat arbòria			***	*		
Naturalitat fluvial						*
Diversitat paisatgística				**		
Proximitat cobertes antròpiques	***				***	
Predadors nadius						*
Predadors al·lòctons						*

1. Sitta europaea, Certhia brachydadyla, mallerengues. 2. Nyctalus leisleri, Nyctalus cf. lasiopterus, Myotis crypticus, Barbastella barbastellus. 3. Genetta genetta, Martes foina, Meles meles. 4. Arvicola sapidus, Neomys sp.

Disponibilitat de refugis

Com a acció de millora de la idoneïtat de l'hàbitat per a la fauna i com a component del seguiment biològic, es van instal·lar caixes-refugi per a ratpenats i es van construir caus per a llúdriga. Els primers servien per potenciar ratpenats forestals en els boscos de ribera i fer-ne el seguiment de l'ocupació a llarg termini. El 2019 es van instal·lar 222 caixes de tres models diferents de la casa Schwegler (figura 160). Es repartien en grups de 3 (una caixa de cada model) en diferents rodals de les tres conques del projecte LIFE ALNUS, coincidint amb les estacions d'ecolocalització efectuades. L'ocupació el 2020 va ser d'un 35 % (24 % al Besòs, 48 % al Ter i 29 % al Segre). Les caixes han estat ocupades per aquestes espècies: pipistrel·la nana (42 %), pipistrel·la de vores clares (29 %), nòctul petit (23 %), orellut daurat (3 %) i pipistrel·la comuna (3 %).

Figura 160 /

Diferents models de caixa-refugi per a ratpenats emplaçats en una verneda. Foto: Jordi Bas.

Els refugis de llúdriga es van construir es diferents trams de les conques del Besòs i del Ter amb accions de restauració del bosc de ribera. Es construïen amb les restes de tallada, sobretot de robínia, una fusta molt resistent a la intempèrie. La seva funció era servir com a refugi temporal a les llúdrigues en hàbitat subòptim, per afavorir la capacitat d'acollida del tram durant els seus desplaçaments (figura 161). En alguns casos podrien servir fins i tot com a cau de cria, però no és l'objectiu principal buscat. S'emplaçaven aprofitant clots del terreny o bé s'aclotava la superfície per donar més capacitat d'acollida, en espais de ribera allunyats de les crescudes ordinàries i dels camins i senders. El clot es recobria amb trossos de fusta de mitjana dimensions recoberts per brancatge més fi. Tot plegat per afavorir l'ocupació i la durabilitat del refugi. El seguiment per mitjà de càmeres-trampa permetrà avaluar-ne la utilitat.

Figura 161 /

Refugi per a llúdriga a la conca del Besòs construït en el marc del projecte LIFE ALNUS amb materials vegetals resultat dels treballs forestals de millora de l'hàbitat. Foto: Pol Guardis.

CONCLUSIONS

1. Els espais fluvials de les tres conques del projecte LIFE ALNUS (Segre, Ter i Besòs) han estat molt transformades des d'antic. Tot i els problemes de degradació interna, fragmentació i pèrdua d'hàbitat, mantenen trams amb hidromorfologia complexa i rodals amb boscos de ribera heterogenis i amb una diversitat d'organismes riparis considerable. Factors antròpics i ecològics interactuen per explicar la distribució de la flora i la fauna ripàries al llarg del gradient biogeogràfic de les tres conques: comunitats vegetals de tipus mediterrani al Besòs, submediterrani al Ter Mitjà i centreeuropeu a l'Alt Ter i Alt Segre. Les capçaleres del Segre i el Ter són les que mostren una major riquesa florística i complexitat estructural. No obstant això, el Ter mitjà i el Besòs, malgrat el seu major grau de transformació antròpica, conserven alguns trams d'una considerable complexitat estructural del bosc de ribera i diversitat biològica associada als diferents indicadors analitzats: flora, vegetació, ocells i mamífers.

2. Els factors antròpics (empremta humana) són determinants per explicar les diferències en estructura i extensió de la vegetació ripària. Els boscos de ribera de les conques ALNUS són, alhora molt dinàmics, en funció del règim d'avingudes, de la topografia i la geohidromorfologia. Les crescudes provocades pels temporals Leslie i Gloria van remoure sediments, van trencar i tombar molts arbres de dimensions petites i mitjanes (sobretot al Ter), i probablement, van afavorir la germinació de regenerat de vern, no observada abans dels temporals.

3. L'estudi efectuat a la capçalera del riu Rigat (conca del Ter) ha demostrat la influència de les sequeres recurrents sobre el decaïment del vern. El decaïment es dona també en capçaleres de la serralada Litoral. Si no s'incrementen els cabals, el decaïment i mort dels verns pot anar a més amb el canvi climàtic i l'acumulació de biomassa forestal a les capçaleres de la conca.

4. Proveir de més cabals de manteniment on hi hagi captacions. Tot i que el decaïment del vern es dona a capçaleres amb poques captacions, cal considerar que l'augment de l'evapotranspiració per creixement de la biomassa arbrada al conjunt de la conca resta aigua freàtica i superficial als fons de vall. La gestió forestal activa per una banda i la successió natural dels boscos cap a sistemes més madurs (amb l'inici de processos de decaïment i obertura de clarianes en un conjunt de masses arbres ara per ara joves i denses), junt amb pertorbacions de major abast com els incendis forestals, reduirien l'evapotranspiració i augmentarien els cabals dels cursos d'aigua.

5. Com més riquesa d'espècies i heterogeneïtat estructural té el bosc de ribera, més capacitat de resiliència pot tenir als factors de canvi global. Per exemple, si no es salven els verns decaiguts, altres espècies del sistema, com els salzes, les pollancres els freixes o els til·lers, poden ocupar el seu lloc al sistema ripari. La plantació d'oms resistents a la grafiosi també pot contribuir a fer més resilients els boscos als canvis.

6. La diversitat d'espècies arbrades a les tres conques del LIFE ALNUS és considerable. La mescla i proporcions d'espècies és molt variable entre estacions de mostreig, dins el mateix tram de riu i al llarg del gradient fitogeogràfic.

7. L'estratificació vertical de la vegetació és altament complexa en els boscos de ribera de les tres conques, sobretot en les matrius paisatgístiques forestal i agrícola. És també més complexa en els trams amb major amplitud i naturalitat del bosc de ripari (Alt Ter i Alt Segre). L'heterogeneïtat vertical és molt variable d'un tram fluvial a un altre i a dins de cada tram pot formar petits rodals d'estructura diferent per les condicions del substrat i del curs d'aigua i l'empremta humana.

8. Les classes d'edat del bosc de ribera conformen una estructura irregular, que contribueix a l'heterogeneïtat vertical. La irregularitat és més evident al Segre i al Ter. L'estructura arbrada tendeix a regularitzar-se en els trams de matriu paisatgística urbana, on els boscos riparis són menys densos en arbres petits i mitjans.

9. Els elements estructurals indicadors de maduresa del bosc (arbres grossos, dinàmica de fusta morta i de formació de clarianes, dendromicrohàbitats com ara les cavitats) son més evidents en els boscos riparis en matriu paisatgística forestal, seguida de l'agrícola. Els boscos en matriu urbana mantenen, de mitjana, densitats d'arbres grossos similars a la de les formacions ripàries en contacte amb boscos zonals i espais oberts; però en canvi, la fusta morta i les cavitats associades són significativament més escasses en els boscos riparis urbans.

10. La flora dels boscos de ribera de les conques ALNUS és considerablement diversificada (més de 400 tàxons i 12 hàbitats CORINE en les zones inventariades). Es

denota un clar gradient fitogeogràfic de major o menor mediterraneïtat. S'incrementen els tàxons higròfils amb la complexitat del sistema fluvial (presència de braços secundaris, zones inundades). S'han localitzat pocs tàxons amenaçats o rars. L'índex de vegetació fluvial (IVF) és considerablement alt a les tren conques. Disminueix amb l'empremta humana, sobretot en els trams urbans. En els trams de ribera on hi ha trànsit de bestiar domèstic dins el bosc es simplifica el sotabosc amb cobertes dominants d'espècies ruderals i nitròfiles. La riquesa i abundància de taxons exòtics també s'incrementa amb el grau d'antropització, amb un mínim a Segre, un màxim al Besòs i un gradient de menys a més entre l'Alt Ter i el Ter Mitjà.

11. Els ocells forestals i els ratpenats s'associen una major densitat d'arbres de grans dimensions. La diversitat arbòria és clarament seleccionada pels ratpenats. Les cobertes d'arbres alts són preferides pels ocells cavícoles i els carnívors forestals i els carnívors també s'associen a una coberta de sotabosc elevada. Així doncs, els boscos millor estructurats (arbres de grans dimensions, diversitat de l'estrat arbori i heterogeneïtat vertical de la vegetació) s'apunten com a les variables més determinants de la riquesa i/ abundància de la fauna en espais fluvials.

12. A escala de paisatge, els ocells forestals són significativament més abundants en boscos de ribera extensos i, de forma independent, quan la matriu forestal domina. L'heterogeneïtat del paisatge, per contra, beneficia a la fauna de grans dominis vitals, com els ratpenats (riquesa d'espècies) i els carnívors forestals (abundància). La matriu paisatgística agrícola i urbana afavoreix la presència i abundància d'espècies antropòfiles, generalistes i de mosaic agro-forestal. En relació a la influència humana, els petits mamífers semi-aquàtics mostren una preferència per trams fluvials amb elevada naturalitat i amb baixa pressió de depredadors antropòfils i/o al·lòctons.

13. La restauració fluvial amb el doble objectiu de a) recuperar boscos de ribera degradats o desapareguts (extensió en l'amplada i la longitud del bosc) i b) assolir una major maduresa i heterogeneïtat del sistema ripari, és essencial per mantenir comunitats d'organismes diverses i complexes. La proximitat a cobertes forestals zonals extenses proporciona un tampó contra l'entrada d'espècies ubiqüistes, antropòfiles o d'espectre ecològic molt ampli. No obstant això, el mosaic de paisatge fluvial amb boscos i espais oberts sembla no perjudicar a les espècies semi-aquàtiques i forestals, sempre que es mantingui una naturalitat/maduresa elevada del sistema i beneficia a espècies de dominis vitals amplis i a ocells de mosaic agro-forestal.

14. El seguiment post-Life podrà avaluar l'efecte de les accions de restauració fluvial del LIFE ALNUS sobre el creixement i vitalitat dels verns i altra vegetació de ribera, així com l'èxit de les plantacions. Els regs de manteniment són essencials per superar els períodes de sequera. La correcta selecció de l'espècie segons l'estació ecològica i el substrat (tròfia del sòl i proximitat del freàtic), basats en inventaris botànics i coneixement de l'ecologia de les espècies i del terreny a restaurar, són factors clau per una restauració eficient de la vegetació.

15. El seguiment post-Life de la fusta morta de dimensions mitjana i gran permetrà avaluar-ne el temps de residència i la mobilitat en funció de les crescudes, així com el procés de descomposició i la formació de dendromicrohàbitats. Aquestes dades són clau per oferir recomanacions de gestió de les restes vegetals, especialment post-avinguda.

16. Finalment, comentar que la flora vascular i la comunitat ornítica són útils com a bioindicadors directes del grau de naturalitat dels sistemes riparis, per la seva diversitat d'espècies i de trets ecològics, sensibilitat als canvis i pel seu relatiu baix cost de mostreig.

8c / SEGUIMENT HIDROMORFOLÒGIC DE LES ACTUACIONS DE RESTAURACIÓ AL TER MITJÀ

Jordi Tuset

Grup de Recerca de Dinàmica Fluvial, RIUS. Universitat de Lleida

8c.1. Introducció

El riu Ter presenta un dèficit sedimentari estructural crònic que ha deteriorat l'activitat morfològica i sedimentària. La construcció de rescloses, junt amb altres impactes més locals (extracció d'àrids), ha alterat la connectivitat longitudinal i lateral, deixant, en alguns casos, les planes d'inundació desconnectades amb efectes directes sobre la vegetació de ribera. Les rescloses trenquen la continuïtat longitudinal dels rius, interrompent el transport de sediments aigües avall i poden alterar el règim natural dels cabals. A l'entrar al vas de la resclosa, el flux perd part de la seva competència, facilitant la sedimentació dels materials grollers (carga de fons). En canvi, els materials més fins, que són els materials transportats en suspensió, són generalment transferits aigües avall. En aquestes circumstàncies, el balanç de sediment estarà condicionat per la ruptura de la continuïtat ocasionada per la resclosa. Moltes de les rescloses del Ter van ser construïdes a finals del segle XIX – inicis del segle XX, la qual cosa significa que el riu ha anat ajustant la seva morfologia al desequilibri sedimentari que les rescloses han causat des de fa més d'un segle.

El dèficit sedimentari estructural crònic genera un estat de desequilibri sedimentari que comporta un ajust en la morfologia del canal aigües avall: incisió del canal, reducció de l'amplada activa del canal, un increment del cuirassament, fins al punt d'arribar a una pèrdua total de les unitats morfo-sedimentàries actives. Aquests ajustos poden comportar un descens del nivell freàtic, una desconnexió amb canals laterals secundaris i el decaïment de la vegetació llenyosa de ribera, la colonització per la vegetació herbàcia i arbustiva de les unitats sedimentàries actives, i canvis en el patró morfològic del canal (forma i unitats). Tan és així, que en alguns trams de riu, aquest circula únicament sobre substrat rocós, on les principals unitats morfo-sedimentàries (barres laterals i centrals) han acabat per desaparèixer. Aquesta és la situació actual al riu Ter.

Sediments grollers reincorporats al riu en la restauració de l'Illa de les Gambires al riu Ter (Masies de Voltregà-Torelló). Foto: Jordi Camprodon.

8c.2. Àmbit d'estudi

Les illes de les Gambires i del Sorral (Masies de Voltregà-Torelló, comarca d'Osona) són de les poques illes fluvials que encara trobem al Ter mitjà (figura 162), i de les més ben conservades. Aquest espai acull ambients variats i valuosos com boscos de ribera, basses temporals i diversos braços de riu que donen refugi a abundant fauna. Són un exemple de bona complexitat ecològica, malgrat que l'estat de conservació del bosc de ribera es precari, tot i que amb bon potencialitat de recuperació. El tram fluvial que comprèn les illes presenta un deteriorament hidromorfològic important, que es va agreujar per una extracció desmesurada de sediments al canal principal de l'illa de les Gambires en les darreres dècades del segle XX. Això generà la incisió del canal principal i la contracció de l'amplada activa del riu, provocant una pèrdua de connectivitat lateral i vertical. A l'illa del Sorral, la construcció d'una passera de formigó de grans dimensions a finals dels anys 80 del segle XX, va alterar la connectivitat longitudinal i vertical d'aquest espai fluvial. Tan és així, que el pendent longitudinal de l'illa s'ha vist alterat per l'acumulació de sediments aigua amunt de la passera, mentre que, aigua avall, l'erosió es el procés morfològic dominant, formant un marcat esglaonat al seu pas per la passera. El tram Gambires-Sorral es troba fragmentat per la presència de la resclosa de Gallifa (figura 162), alterant el règim de cabals aigües avall i capturant les aportacions del sediment groller provinent dels afluents laterals, dels marges i del propi canal.

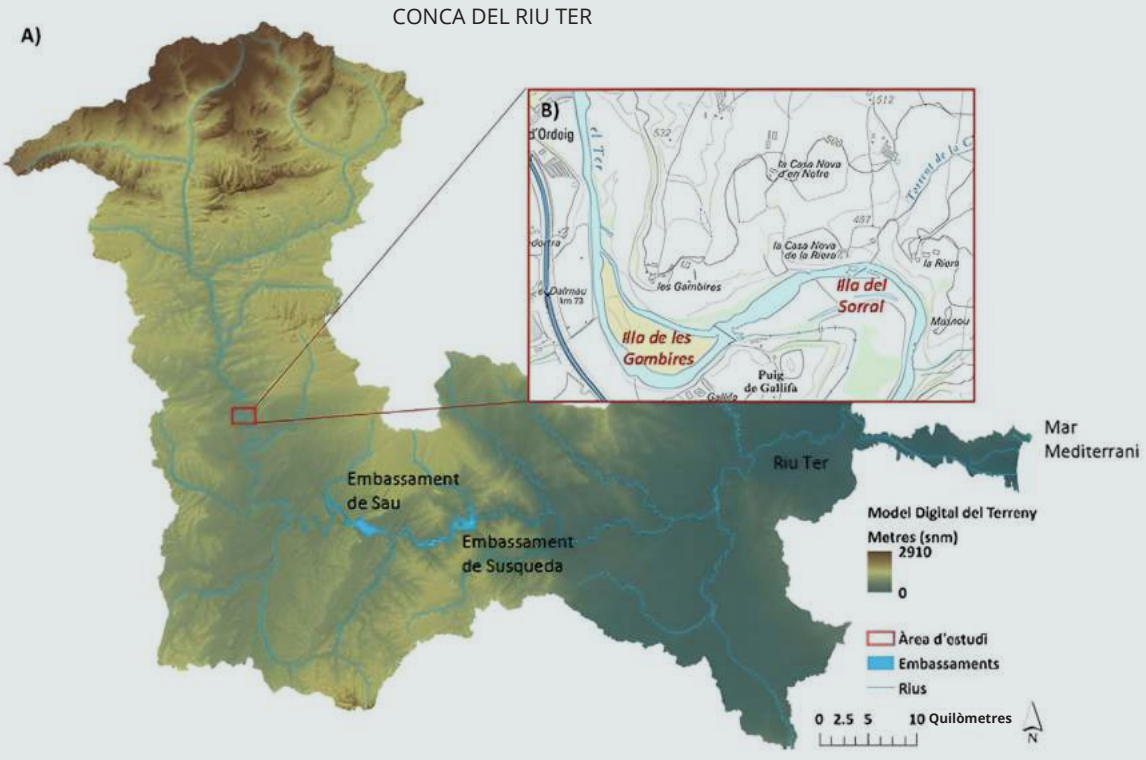


Figura 162 /

A) Localització del tram d'estudi en la conca del Ter. (B) Topografia a detall (1:10.000) del tram d'estudi. Es pot apreciar al centre de la imatge la resclosa de Gallifa, a l'esquerra el sector de l'illa de Gambires i a la dreta el sector de l'illa del Sorral. Font: : Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, 2019.

8c.3. Antecedents

En aquest context, el projecte de LIFE ALNUS va plantejar desenvolupar un seguit d'accions de conservació i restauració morfològica i sedimentària a l'espai fluvial de l'illa de les Gambires i l'illa del Sorral amb caràcter demostratiu i experimental, sota la direcció i cofinançament de l'Agència Catalana de l'Aigua. Prèviament al disseny de les actuacions, es va realitzar un seguiment de l'evolució morfològica, sedimentària i de processos erosius, així com el registre en continuo del cabal i nivell freàtic (piezòmetres). Això va permetre la caracterització hidràulica del règim de cabals i el diagnòstic de la dinàmica hidromorfològica en el tram d'estudi. Aquets estudis van ser la base per a la redacció del projecte constructiu de rehabilitació hidromorfològica al riu Ter (per més detalls veure el capítol 6). El projecte proposà i dissenyà, per cada sector, un seguit d'actuacions en funció dels objectius a aconseguir:

- Illa de les Gambires
    - Rebliment del canal principal. Objectiu: revertir la incisió del canal, augmentar la connectivitat hidràulica lateral i la cota del nivell piezomètric.
    - Extracció de sediments de l'illa de les Gambires. Objectiu: obtenir sediment per injectar al canal i reduir la cota de la superfície del terreny de l'illa perquè aquesta sigui inundable per crescudes d'alta freqüència, a més de reduir la distància del nivell freàtic amb la superfície del terreny.
    - Recuperar els antics braços aigües amunt de l'illa de les Gambires. Objectiu: augmentar el perímetre mullat per tal de minvar la capacitat d'incisió dels cabals circulants, augmentar la complexitat hidràulica del sistema i augmentar la cota del nivell freàtic.
- Illa del Sorral
    - Desconstrucció de la passera. Objectiu: alliberar l'illa d'aquesta estructura rígida que altera la dinàmica natural del riu (hidrològica, sedimentària i morfològica) i la relació riu-aqüífer.
    - Condicionar els canals secundaris actuals. Objectiu: desconcentrar la dinàmica hidrològica del canal principal augmentant el perímetre mullat, la cota del nivell piezomètric i facilitar la connectivitat amb canals secundaris.

El desembre de l'any 2021 es van iniciar les obres de recuperació i restauració hidromorfològiques a l'espai fluvial de l'illa de les Gambires i l'illa del Sorral. Les obres van durar 7 mesos, finalitzant el juny de 2022.

8c.4. Objectiu

Aquest capítol comenta els resultats bàsics i inicials del seguiment de l'evolució morfològica i sedimentària de la llera del riu Ter un cop que les actuacions de rehabilitació fluvial. Amb les dades generades s'avaluarà a curt i llarg termini (seguiment post-Life) l'evolució de la dinàmica hidromorfològica i sedimentària del tram d'estudi i l'èxit de la connectivitat fluvial pretesa en el projecte constructiu.

8c.5. Aproximació metodològica

Es dissenyà una metodologia estructurada en 3 mòduls amb l'objectiu d'estudiar un cas concret de rehabilitació hidromorfològica d'interès pel projecte LIFE ALNUS, i alhora generar una metodologia de seguiment que permeti una millor avaluació d'aquest tipus d'actuacions.

El **mòdul 1** integrava la **presa de la mesura** del nivell d'aigua del riu i els nivells piezomètrics de l'aqüífer a les illes de les Gambires (figura 163) i del Sorral. La finalitat era obtenir informació bàsica per al control dels recursos hídrics, la dinàmica fluvial, la dinàmica de l'aqüífer i la relació riu-aqüífer. La mesura de les dades son en continuo.

Figura 163 /

Buidat de dades del sensor de pressió instal·lat al piezòmetre de l'Illa de Gambires. Foto: Jordi Tuset.

El **mòdul 2** agrupava totes les tasques de **treball de camp**. Aquestes es van dur a terme en 3 campanyes distribuïdes al llarg de tot el període d'estudi. La primera campanya es va realitzar just després de les actuacions de rehabilitació. Les diferents tasques programades han permès obtenir una imatge de l'estat morfo-sedimentari del tram d'estudi, així com el grau de connectivitat fluvial (i.e. lateral, longitudinal i vertical) per cabals habituals. La segona i tercera campanya, van determinar la dinàmica morfo-sedimentària durant cabals de crescuda. Les tasques a realitzar eren 5: (i) mesures directes de cabal, (ii) el control topogràfic de la geometria del canal, (iii) presa de mostres del sediment fluvial, (iv) el registre de càrrega de fons amb traçadors i (v) l'adquisició d'imatges aèries digitals amb un Vehicles Aeris No Tripulat (VANT o en anglès UAV).

i. La mesura de la velocitat i la profunditat al camp (i.e. aforar) permetia calcular el cabals i conèixer la variabilitat d'aquest paràmetres en la secció de control i la relació entre ells.

ii. Els aixecaments topogràfics permetien avaluar la nova geometria del canal i les possible variacions del llit del riu en crescudes precedents. Mitjançant la comparació dels

aixecaments es pot obtenir el canvi topogràfic resultant entre els períodes comparats. Aquest càlcul permet obtenir la superfície que s'ha erosionat i la superfície que s'ha sedimentat.

iii. La caracterització granulomètrica del material superficial de la llera va permetre avaluar la magnitud i direcció dels canvis sedimentaris durant les actuacions de rehabilitació. Per a la presa de mostres granulomètrica s'utilitzaren diferents mètodes.

iv. El registre de càrrega de fons amb traçadors es centra en determinar l'inici del moviment de partícules representatives de la zona d'estudi durant crescudes. Quan es parla de traçadors en el camp de la geomorfologia fluvial i, específicament en els estudis de càrrega de fons, es refereix habitualment a partícules grolleres (i.e. graves i còdols) que es controlen amb l'objectiu de seguir la seva trajectòria durant episodis competents (figura 164).

v. Les imatges obtingudes amb un Vehicles Aeris No Tripulat (VANT), permeteren determinar les unitats morfològiques del canal resultant de les accions de rehabilitació, mentre que les imatges adquirides al final del projecte captaren i captaran en el futur, l'ajust post-crescudes de la morfologia del canal.

Figura 164 /

Traçadors pintats ubicats al tram de l'illa de Gambires. Les partícules es mesuren (eixos) i es pinten. Després de les crescudes es busquen visualment i es reubiquen amb un GPS-RTK. Foto: Álvaro Tena.

El **Mòdul 3** agrupava totes les tasques de **treball de gabinet**. En aquest mòdul es posarà en comú les dades recollides en les diverses campanyes de camp per tal de poder analitzar els canvis morfo-sedimentaris originats per les actuacions de rehabilitació, l'activitat hidro-sedimentària durant crescudes i la connectivitat fluvial en cabals habituals, podent així avaluar l'eficiència de les actuacions de rehabilitació. Aquest mòdul constava de 4 tasques: (i) caracterització i anàlisi de la connectivitat fluvial post-actuacions, (ii) caracterització i anàlisi de l'activitat hidromorfològica post-actuacions i (iii) avaluació de les actuacions de rehabilitació. La presa de mesures post-Life s'efectuarà després d'episodis de crescuda, on el cabal circulant tinguin prou competència per mobilitzar sediments de la llera.

i. Les observacions de camp, els aixecaments topogràfics i les dades de cabal i nivell piezomètrics aportaran prou informació per caracteritzar i analitzar la connectivitat hidràulica entre els diferents elements fluvials, tant per cabals ordinaris com de crescuda.

ii. La caracterització i anàlisi de l'activitat hidromorfològica post-actuacions es centra en quantificar la dinàmica morfo-sedimentària del tram d'estudi, fent especial èmfasi en avaluar el grau d'estabilitat de l'escenari post-actuacions mitjançant modelització i traçadors.

iii. El monitoratge d'indicadors hidromorfològics s'utilitzaran fonamentalment per avaluar l'èxit de les actuacions de rehabilitació, analitzant l'evolució dels mateixos al llarg del procés de seguiment.

8c.6. Resultats

El desembre de 2022 es va efectuar la primera campanya de mostreig post-actuacions per avaluar l'activitat hidromorfològica post-actuacions post-actuació. Les crescudes futures ajudaran a validar les actuacions realitzades.

8c.6.1. Caracterització hidrològica post-actuacions

La caracterització del Règim de Cabals (RC) permet determinar el rang de cabals ordinaris i extrems (estació seca i crescudes) de l'àmbit d'estudi. Aquets són essencials per definir els escenaris hidrològics d'anàlisi.

A partir de la relació entre els valors de l'estació d'aforament de les Masies de Roda (EA085), situada a uns 12,8 km aigua avall del tram d'estudi (figura 165), i les estacions hidromètriques instal·lades a l'àmbit d'estudi, s'ha pogut determinar que el cabal mitjà anual és de 14,6 m3/s i el cabal mig del mes d'agost de 8,2 m3/s, el més baix de l'any. El cabal de sequera habitual (cabal del percentil d'excedència del 95%) és de 0,9 m3/s. El cabal de sequera habitual va permetre determinar el nivell d'aigua (disponibilitat) en situació de dèficit hídric.

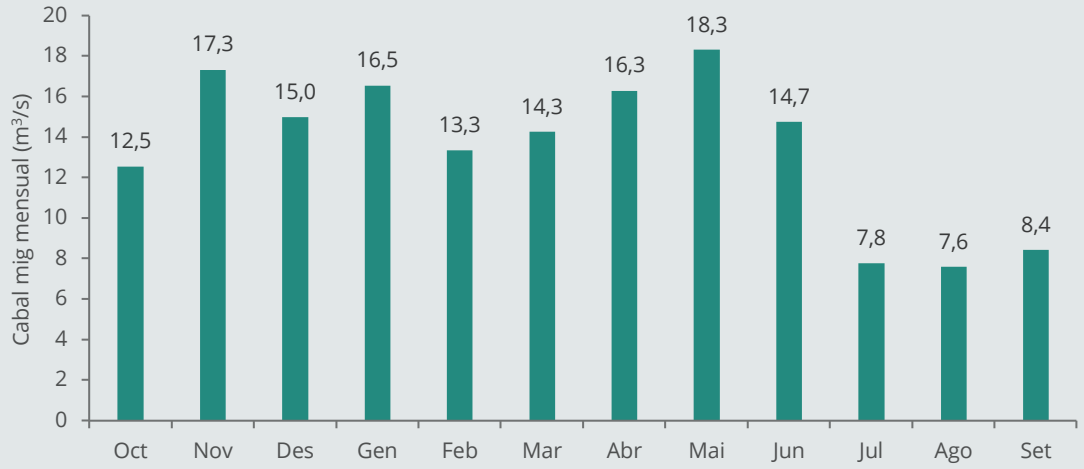


Figura 165 /

Distribució del cabal mig mensual al riu Ter al seu pas pel municipi de Roda de Ter. Les dades s'han obtingut de la web de l'Agència Catalana de l'Aigua. La font de les dades prové de la suma dels registres de les estacions d'aforament de les Masies de Roda al riu Ter (EA085) i riu Gurri (EA120) entre els anys 1996-2022 (14 anys complets de dades).

8c.6.2. Connectivitat lateral

- Illa de les Gambires

El canal secundari de l'illa de les Gambires, previ a les actuacions de restauració, es trobava desconnectat del canal principal per cabals inferiors a 33 m^3/s, i.e. solament hi circula aigua el 8% dels dies de l'any. Un cop les actuacions van acabar, l'aigua hi circula en continuo, fins i tot en cabals baixos, com per exemple, el registrat el 27 de juliol de 2022: 3 m^3/s, equivalent al percentil 86% de la corba de cabals classificats (figura 166).

Figura 166 /

Imatge de la confluència del canal principal del riu Ter amb el canal secundari de l'illa de les Gambires el passat 27 juliol del 2022. Es pot comprovar la bona salut de la connectivitat lateral resultant de l'obra, on un cabal de 3 m3/s hi circula sense problemes. Foto: David Estany.

- Illa del Sorral

L'illa del Sorral o de Gallifa no presentava problemes significatius de connectivitat lateral, ja que s'inunda per les crescudes habituals.

8c.6.3. Connectivitat vertical

- Illa de les Gambires

Abans de les actuacions de restauració, el nivell piezomètric de l'illa de les Gambires estava controlat pel nivell de l'aigua del vas de la resclosa de Gallifa, en l'extrem inferior, i per l'entrada d'aigua al canal secundari, en l'extrem superior (figura 167A). Això comportava que l'aqüífer al·luvial de l'extrem nord de l'illa estigués buit la major part de l'any. Antigues extraccions de sediments en la llera principal del riu Ter van desconnectar el braç secundari del riu per cabals ordinaris , fins al punt que bona part de l'any el braç secundari estava sec i els verns que hi havia van decaure fins morir. Sense recuperar els cabals no era possible recuperar el bosc de ribera en aquesta àrea. En canvi, la disponibilitat i l'estabilitat del nivell d'aigua de la resclosa, facilitava la bona salut potencial del bosc de ribera a l'extrem inferior de l'illa. Segons mostra la figura 167B, la connectivitat lateral ha comportat una millora de la connectivitat vertical a l'illa. Tot i que no hi ha cap sensor en l'extrem septentrional de l'illa, és d'esperar que l'aqüífer romangui actiu tot l'any.

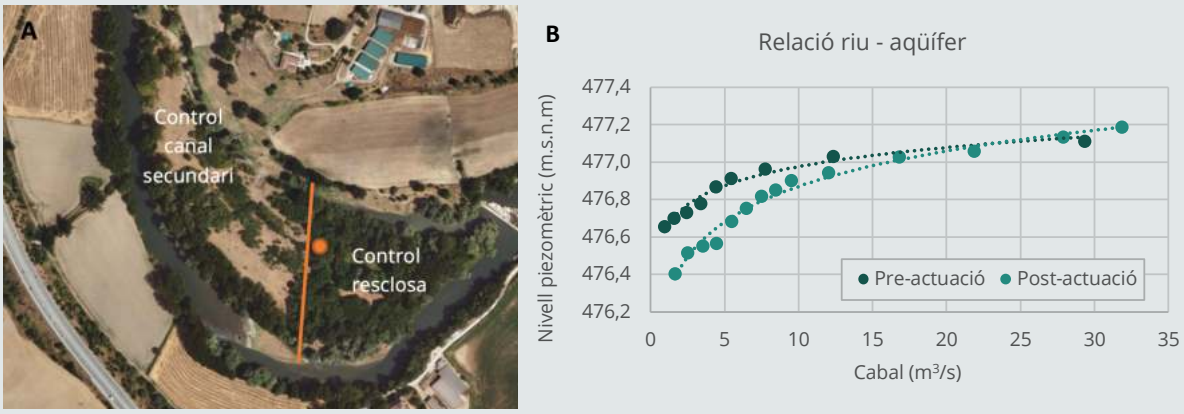


Figura 167 /

A) Imatge de l'illa de les Gambires del 2022, previ a les actuacions. La línia taronja marca el límit de l'àrea d'influència del nivell piezomètric de l'extrem inferior de l'illa amb la resclosa. Això ha permès el bon desenvolupament del bosc de ribera en aquesta àrea. El punt taronja marca la localització del piezòmetre. B) Relació cabal-nivell piezomètric pre i post-actuació. Abans de l'actuació, es pot observar com per cabals baixos (Q<5m3/s) el nivell piezomètric estava controlat pel nivell de la resclosa i, indirectament, per les captacions del canal de captació de la resclosa de les Gambires. Post-actuació, el nivell piezomètric al sensor de control és més alt (30 cm, aprox.) per cabals baixos. Ara qui controla el nivell piezomètric de tota l'illa és el canal secundari.

- Illa del Sorral

L'eliminació de la passera de l'illa del Sorral no ha generat una millora de la connectivitat vertical fins a dia d'avui. No obstant, el rang de cabals circulants des de l'actuació ha estat tan baix que no és possible extreure conclusions definitives de la relació riu-aqüífer post-actuació en aquest punt. També s'haurà d'analitzar, un cop es disposin de més dades, si la falta de condicionament dels canals secundaris (actuació projectada i no executada) ho explicaria.

CONCLUSIONS

1. Les actuacions a l'illa de les Gambires han aconseguit millorar els problemes de connectivitat lateral i vertical (relació cabal – nivell piezomètric) preexistents, afavorint les relacions entre el riu i la ribera. En el cas de l'illa del Sorral, fins a dia d'avui, no presenta una millora de la connectivitat vertical, que caldrà d'acabar d'analitzar en un futur quan es disposin de més dades.

2. Un cop es registrin crescudes al tram d'estudi es podrà analitzar la dinàmica morfo-sedimentària (grau d'estabilitat) i acabar d'avaluar l'eficiència de les actuacions de restauració hidromorfològica.

8c.7. Agraïments

Aquest estudi no hagués estat possible sense l'ajuda del Grup de Recerca de Dinàmica Fluvial RIUS (Grup de Recerca Consolidat de la Generalitat de Catalunya, 2014 SGR 645).

Còdols i graves acumulats i en procés de cuirassament a la llera d'un braç secundari del riu Ter, rehabilitat pel LIFE ALNUS (imatge actual). Abans de la restauració hidromorfològica, només hi circulava cert cabal durant les riuades. Illa de les Gambires, Torelló-Masies de Voltregà. Foto: Jordi Camprodon.

Riu Segre a la Cerdanya / Foto: Jordi Bas.

9 /

PROCÉS D'INCORPORACIÓ I AMPLIACIÓ D'ESPAIS A LA XARXA NATURA 2000. EL CAS DEL PROJECTE LIFE ALNUS

9 / PROCÉS D'INCORPORACIÓ I AMPLIACIÓ D'ESPAIS A LA XARXA NATURA 2000. EL CAS DEL PROJECTE LIFE ALNUS

Quim Bach, Sara Pont i Francesc Diego

Servei de Planificació de l'Entorn Natural. Subdirecció General de Biodiversitat i Medi Natural. Direcció General de Polítiques Ambientals i Medi Natural. Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural.

9.1. Antecedents

La xarxa Natura 2000 és una xarxa europea d'espais naturals protegits que representa, fins a dia d'avui, la iniciativa més important de la Unió Europea en política de conservació de la natura. El seu objectiu global és garantir el manteniment (o el restabliment) en un estat de conservació favorable dels hàbitats i de les espècies a la seva àrea de distribució natural al territori de la Unió Europea (UE), de manera compatible amb el manteniment de l'activitat humana que es desenvolupa en aquests espais.

La implementació territorial dels espais de la xarxa Natura 2000 es desplega mitjançant la Directiva 92/43/CEE, de 21 de maig, relativa a la conservació dels hàbitats naturals i de la fauna i la flora salvatges (en endavant, Directiva Hàbitats o DH), com a Llocs d'Importància comunitari (LIC), i posteriorment designats com a Zones Especials de Conservació (ZEC), i per la Directiva 2009/147/CE de 30 de novembre de 2009, relativa a la conservació dels ocells salvatges (en endavant, Directiva Ocells o DO), com a Zones d'Especial Protecció per als Ocells (ZEPA). Les tres figures LIC, ZEC i ZEPA tenen la consideració d'espais naturals protegits, amb la denominació d'espais naturals protegits Xarxa Natura 2000 d'acord amb l'article 42.1 de la Llei estatal 42/2007, de 13 de desembre, del patrimoni natural i de la biodiversitat.

L'any 2006, l'Acord del Govern de la Generalitat de Catalunya constitueix l'acte que fixa la contribució final de Catalunya a la xarxa Natura 2000. En el seu conjunt, els espais de la xarxa Natura 2000 catalana ocupen un total de 1.067.560 ha (981.946 ha terrestres i 85.614 ha marines). Representen prop del 31 % del territori terrestre de Catalunya. La xarxa Natura 2000 està distribuïda en 117 espais.

Els darrers dos anys s'han elaborat documents estratègics que informen de l'estat actual de conservació de la natura:

a) **Informe d'aplicació 2013-2018 Directiva Hàbitats i Directiva Ocells**

El desembre de 2019 es van presentar els Informes sobre l'estat de conservació dels hàbitats i espècies d'interès comunitari presents a Catalunya, corresponents al període 2013-2018, d'acord amb les obligacions derivades de l'article 17 de la Directiva Hàbitats i de l'article 12 de la Directiva Ocells.

La Directiva Hàbitats requereix informes d'hàbitats i d'espècies per a cadascuna de les regions biogeogràfiques establertes per la Unió Europea presents a Catalunya: alpina, mediterrània i/o marina mediterrània. Dels 99 hàbitats d'interès comunitari inclosos a la DH presents a Catalunya, els que tenen més risc de desaparèixer són els que estan vinculats amb aigües continentals i els que disposen de superfícies molt reduïdes, com és el cas dels hàbitats costaners del Delta de l'Ebre i els **boscos de ribera i les lleres de molts rius**.

Es poden consultar els informes d'aplicació 2013-2018 Directiva Hàbitats i Directiva Ocells a l'enllaç següent:

https://mediambient.gencat.cat/ca/05_ambits_dactuacio/patrimoni_natural/senp_catalunya/xarxa_natura_2000/informes-aplicacio-2013-18-habitats-ocells/

b) **Informe "Estat de la Natura a Catalunya 2020"**

El desembre de 2020 es va publicar el primer informe "Estat de la Natura a Catalunya 2020", la primera avaluació de la biodiversitat basada en la millor informació científica disponible, anàleg als presentats per Nacions Unides, la Comissió Europea i els països més avançats en temàtica ambiental. L'informe mostra una degradació progressiva i generalitzada de la biodiversitat a Catalunya d'acord a l'indicador *Living Planet Index*. Aquesta disminució és de mitjana del 25% entre el 2002 i el 2019. A escala global, la davallada de les poblacions d'animals vertebrats salvatges al planeta és de mitjana del 60% entre el 1970 i el 2014.

L'informe demostra que la pèrdua de biodiversitat a Catalunya no és igual per als diversos ambients o hàbitats: és d'un 54% per a les espècies animals que viuen a rius, llacs i aiguamolls, un 34% per a les d'ambients agrícoles i prats i un 12% per a les de boscos i matollars. Al mar, les dades disponibles indiquen una situació també desfavorable, tot i que les dades no són prou completes.

Aquesta pèrdua d'espècies al territori català està directament relacionada amb l'alteració dels seus hàbitats. Els canvis en els usos del sòl i l'explotació directa en són els principals responsables, si bé el canvi climàtic i l'arribada d'espècies exòtiques invasores tenen un impacte cada cop més gran. El motiu de fons d'aquesta tendència és un model socioeconòmic que intensifica l'obtenció de recursos en àrees determinades i n'abandona d'altres que havien estat utilitzades de manera més sostenible.

Entre els resultats de l'informe, es demostra com l'activitat humana afecta greument els rius de Catalunya i, per tant, és on la biodiversitat n'està patint les conseqüències més crítiques. S'observa una regressió clara de les poblacions d'animals als rius i llacs, que han perdut el 50% dels seus individus els darrers vint anys. A més, gairebé el 80% de les espècies avaluades presenta un estat de conservació desfavorable, especialment els peixos autòctons, que han perdut 9 de cada 10 individus, a causa, entre d'altres causes, de la pressió dels peixos exòtics. Actualment hi ha espècies exòtiques invasores al 64% dels cursos fluvials i al 73% de les zones humides.

A banda de les espècies exòtiques, les aigües continentals han patit els efectes de les captacions, la contaminació i l'artificialització que afecta més de la meitat dels rius de Catalunya, amb ocupació de planes al·luvials i lleres, i amb la conseqüent **pèrdua de la vegetació de ribera i altres hàbitats que les ocupen**.

Es pot consultar l'informe als enllaços següents:

https://observatorinatura.cat/estat-de-la-natura/

https://mediambient.gencat.cat/web/.content/home/ambits_dactuacio/patrimoni_natural/sistemes_dinformacio/observatori-patrimoni-natural-biodiversitat/informe/estatgeneraldelabiodiversitatacatalunya-2020.pdf

c) **El projecte europeu LIFE ALNUS - Programa Life Natura i Biodiversitat**

El Projecte LIFE ALNUS (LIFE16/ES/000768) és un projecte de la Unió Europea del Programa *Life Nature & Biodiversity*, coordinat del del Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya (CTFC), que desenvolupa de manera experimental a escala catalana una estratègia de conservació de les vernedes de la regió biogeogràfica alpina i mediterrània. Es basa en la millora del coneixement per permetre invertir la regressió i la degradació de els vernedes i contribuir en la seva recuperació, en tant que hàbitat d'interès comunitari prioritari (HIC 91E0*), i altres boscos de ribera, considerats hàbitat d'interès comunitari d'acord amb l'annex I de la Directiva Hàbitats.

L'objectiu del projecte es desenvolupar accions de conservació i restauració de les vernedes - en sentit ampli, incloent els verns però també tota la flora i la fauna de ribera i aquàtica que hi són propis i característics- que serveixin de model i siguin transferibles a la resta de conques catalanes i de l'àrea mediterrània que pateixin els mateixos problemes de conservació d'aquests ecosistemes de ribera.

El projecte planteja accions diverses relatives a la millora directa de l'estat de conservació de les vernedes, a la generació del coneixement

i experiència i altres objectius de caràcter socioambientals. Les zones d'intervenció es desenvolupen a tres conques pilot: la subconca de l'Alt Segre (conca de l'Ebre), la conca de l'Alt Ter i el tram mitjà de la conca del Besòs.

Entre les accions del projecte, n'hi ha una destinada a l'increment de la protecció física i jurídica de l'hàbitat de les vernedes sota la figura d'espai natural protegit Natura 2000. Per aquesta acció es va crear un grup de treball, entre els socis del LIFE ALNUS i els tècnics de la Subdirecció General de Biodiversitat i Medi Natural, que va valorar una proposta de modificació de la xarxa Natura 2000 vinculada als espais fluvials. D'una banda, es van modificar una part dels límits dels trams fluvials actualment designats com espais LIC Natura 2000, i d'altra banda, es van incorporar a la xarxa Natura 2000 nous espais LIC, en base als treballs de l'HIC prioritari realitzats a l'àmbit de les tres conques esmentades. Aquesta proposta reflecteix i mostra que, a partir de la millora de la informació i la diagnosi generada en el marc d'un projecte europeu, l'administració catalana, com a autoritat competent en xarxa Natura 2000, considera necessari millorar territorialment la seva protecció en l'àmbit dels espais que integren la xarxa Natura 2000. Enllaç al projecte LIFE ALNUS: https://lifealnus.eu/

El projecte LIFE ALNUS ha generat informació i coneixement nous sobre les diferents tipologies de vernedes presents a Catalunya (submediterrànies, prepirinenques i continentals) que justifica i fa necessari, d'acord amb l'avaluació realitzada per part de Generalitat de Catalunya, com a autoritat ambiental competent en tot allò relatiu a Natura 2000, endegar una proposta de modificació dels espais de la xarxa Natura 2000 vigent a Catalunya, associats als sistemes fluvials i atenent l'HIC prioritari.

Cal tenir present que a Catalunya, la situació actual de l'estat de conservació de Les vernedes està considerat desfavorable-inadequat (U1) a la regió biogeogràfica mediterrània i desconegut (XX) a la regió biogeogràfica alpina, segons la darrera avaluació de l'estat de conservació derivat de l'article 17 de la DH, corresponent el període 2013-2018.

9.2. La proposta d'ampliació i incorporació de nous espais

Amb tota la informació generada des d'aquests informes i projectes, es proposa una proposta d'Acord de Govern que pretén incorporar i millorar la delimitació de diversos trams fluvials exclosos actualment de la xarxa Natura 2000 per potenciar la conservació i la recuperació dels ecosistemes de ribera i l'estat ecològic dels sistemes fluvials incorporats a la Xarxa. Tenint en compte les vernedes, en tant que hàbitat prioritari, així com altres hàbitats i espècies d'interès comunitari associats als espais fluvials de la conca de l'Alt Segre, l'Alt Ter i el tram mitjà del Besòs. En conjunt, la proposta comporta l'ampliació de varis espais designats LIC i la incorporació de nous espais proposats com a LIC a la xarxa Natura 2000, dins de la tipologia d'espais d'aigües continentals identificats a l'Acord del Govern GOV/112/2006.

9.2.1. L'objecte de la incorporació i ampliació de la XN2000

Des de la Generalitat de Catalunya, avaluada la informació generada, es considera necessari tramitar una proposta d'Acord del Govern per tal millorar la presència d'espais fluvials exclosos actualment de la xarxa Natura 2000. La proposta comporta ampliar varis espais designats com a LIC i crear-ne de nous a la xarxa Natura 2000, dins de la tipologia d'espais d'aigües continentals identificats a l'Acord del Govern GOV/112/2006, a l'àmbit de les conques de l'Alt Segre, l'Alt Ter i el tram mitjà del Besòs.

En el seu conjunt, la proposta d'ampliació i incorporació a la xarxa Natura 2000 permet millorar:

- La representació de sectors de distribució de les vernedes en els espais fluvials a l'àmbit de la xarxa Natura 2000 catalana, en tant que hàbitat

d'interès comunitari prioritari d'acord amb la directiva Hàbitats, així com d'altres hàbitats i espècies d'interès comunitari associats als espais fluvials.

- La continuïtat i desfragmentació dels espais fluvials com a xarxa, en tant que elements fonamentals de l'estat de conservació dels hàbitats fluvials, i de les espècies associades d'interès comunitari, i reforçar la coherència de la xarxa Natura 2000 atenent l'objectiu global de les directives comunitàries de protecció de la natura.

A nivell quantitatiu la proposta aporta a la xarxa Natura 2000 unes 970 hectàrees de nous espais fluvials, a l'entorn de 175 km longitudinal de riu, que acullen aproximadament unes 225 ha d'hàbitat d'interès comunitari associats a espais fluvials, dels quals prop de 125 ha són vernedes (taula 17, figura 168).

A escala catalana, aquesta proposta encaixa, doncs, amb l'objectiu general de Natura 2000 a escala europea dels estats membres: contribuir a garantir la biodiversitat mitjançant la conservació dels hàbitats naturals i de la fauna i flora silvestres. En aquest cas, focalitzat a les vernedes, HIC prioritari *91E0* Vernedes i altres boscos de ribera afins Alno-Padion* objecte de la proposta, així com altres elements d'interès comunitari (HIC i EIC) associats als ecosistemes fluvials.

Taula 17 / **Relació d'espais fluvio-riparis inclosos en la proposta d'ampliació de la xarxa Natura 2000.**

	Espais XN2000 actual			Modificació espais XN2000		Espais XN2000 proposta		
Conca	**Codi**	**Nom**	**Acord GOV/ 112/2006**	**Ampliació**	**Nou**	**Codi**	**Nom**	**Superfície resultant (ha)**
Segre	ES5130002	Riu Verneda	75,47	X		ES5130002	Riberes de l'Alt Segre i afluents*	685,96
	ES5130011	Riu de la Llosa	84,12	X				
	ES5120022	Riu Duran	102,73					
	ES5130007	Riberes de l'Alt Segre	216,62	X				
Ter	ES5120019	Riberes del Alt Ter	409,83	X		ES5120019	Riberes del Alt Ter i del Freser	544,85
	-------	-------	-------		X	ES5110026	Meandres del Ter	460,09
	-------	-------	-------		X	ES5120030	Riera Major-Riera d'Espinelves	66,13
Besòs	ES5110025	Riera Congost	356,73**	X		ES5110025	Riera Congost-Riera de Cànoves	400,05

** La proposta d'espai Riberes de l'Alt Segre i afluents (ES5130002), passa a integrar els espais ES5130007, ES5130011 i ES5120022.*

*** La superfície de l'espai actual està mínimament modificada per l'Acord de Govern GOV/139/2015.*

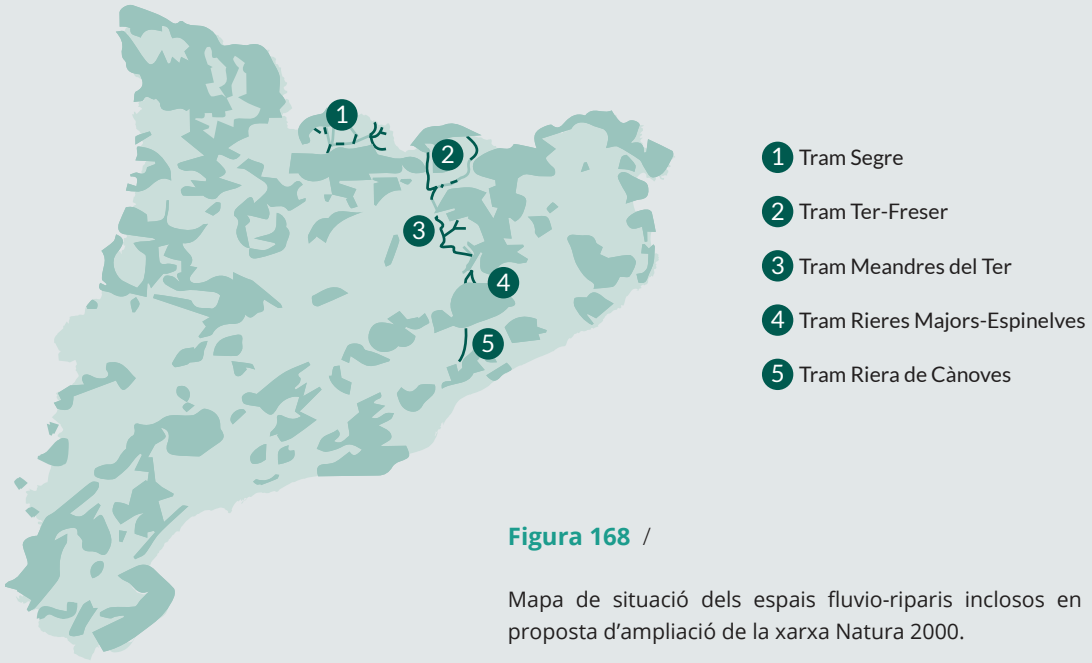


Figura 168 /

Mapa de situació dels espais fluvio-riparis inclosos en la proposta d'ampliació de la xarxa Natura 2000.

9.2.2. El procés d'ampliació

Primera etapa

D'acord amb el procediment establert per a la creació de la xarxa Natura 200 per la Directiva Hàbitats, la declaració dels espais Natura 2000 com a Lloc d'importància comunitari (LIC) s'inicia amb la proposta de Llocs d'importància comunitari (pLIC) per part de l'estat membre a la Comissió Europea per a la seva incorporació a Llista de Llocs d'importància comunitària (LIC) que es publiquen al Diari Oficial de la UE (DOUE). A Catalunya aquesta proposta és elaborada i aprovada per la Generalitat de Catalunya mitjançant Acord del Govern per raó de les seves competències amb tot allò relatiu a Natura 2000 (article 42 de la Llei 42/2007, del Patrimoni natural i de la Biodiversitat). La proposta de llista del LIC s'ha de complir per a cada regió biogeogràfica presents a la UE que acull el territori català: regions biogeogràfiques mediterrània i alpina.

En el cas de la proposta d'ampliació de LIC derivada del LIFE ALNUS, l'equip tècnic format pel CTFC, CERM i MN Consultors va elaborar els documents tècnics i cartografia preliminars, amb la participació dels altres socis i col·laboradors del projecte. Es van fer diverses reunions i consultes amb agents del territori, com el Consorci Besòs-Tordera i el Consoci del Ter, per presentar-los i consensuar una primera proposta elaborada amb treball de camp i de gabinet. La proposta es basava en una primera fase en un treball de modelització sistemàtica per part del LIFE LANUS, per permetre objectivar i prioritzar els espais potencials a incloure, en el qual s'incorporava el criteri expert durant el procés de consulta. El grup de treball designat pel LIFE ALNUS i pel Servei de Planificació de l'Entorn Natural de la Subdirecció General de Biodiversitat i Medi Natural va efectuar diverses reunions per treballar una proposta que fos plenament justificable a nivell tècnic i científic. La decisió final de quina és la proposta per dur a terme la seva tramitació com Projecte de l'Acord del Govern , recau sobre el Servei de Planificació de l'Entorn Natural en tant que unitat promotora i tècnica del Departament competent en matèria de xarxa Natura 2000.

Amb l'objectiu d'aconseguir un consens amb el territori, l'expedient va passar, primer, per un procés participatiu (efectuat l'estiu del 2022), obert a la participació dels agents locals (*stakeholders)* i de particulars. El procés participatiu consistia en una reunió de presentació i debat de la proposta d'àmbit de modificació a cada conca del projecte i reunions específiques amb agents territorials amb un pes important en la gestió ambiental i forestal.

Tram fluvial del sector del Ter mitjà conegut com a "Meandres del Ter", proposat com a futur LIC i futura ZEC. Foto: Jordi Bas.

Conclòs el procés de participació, el Servei de Planificació de l'Entorn Natural inicia els tràmits administratius corresponents a un expedient d'un Projecte d'Acord del Govern (la documentació inclou el text de l'Acord, la memòria justificativa i la cartografia) d'acord amb la normativa. En el marc del procediment establert l'expedient es sotmès a un procés d'informació pública, al tràmit d'audiència als diferents actors afectats per la proposta (corporacions locals interessades, organitzacions professionals agràries més representatives, associacions i agrupacions sense ànim de lucre de propietaris forestals i agraris més representatives de la zona d'interès, i a la resta d'entitats interessades), i a la sol·licitud d'informes preceptius al departament competent en matèria d'agricultura, ramaderia i pesca i dels altres departaments i organismes públics afectats per la proposta, d'acord amb l'article 34.bis.3 de la llei 12/1985, de 13 de juny, d'espais naturals. Posteriorment la unitat promotora elabora l'informe de valoració de les al·legacions, i tanca l'expedient amb la proposta final de l'Acord del Govern. Validada la documentació a nivell jurídic, s'instrueix l'expedient per tal d'elevar-ho al Govern de la Generalitat de Catalunya per a la seva aprovació mitjançant l'Acord del Govern, amb la seva publicació al DOGC.

Segona etapa

L'Acord del Govern s'envia a la Comissió Europea a través del Ministeri para la Transició Ecològica y Reto Demográfico (MITERD) del govern d'Espanya, en tant que responsable de la interlocució amb UE en tots els assumptes relacionats amb la xarxa Natura 2000. La Comissió Europea (CE), per mitjà del Comitè "Hàbitats" i conjuntament amb l'estat membre, analitzada i selecciona la pLIC per a ser incorporat a la Llista de Llocs d'importància comunitària (LIC) que es publiquen com una Decisió de la Comissió en el Diari Oficial de la Unió Europea (DOUE), passant a atorgar a la pLIC la consideració de LIC de la xarxa Natura 2000.

Tercera i darrera etapa

A la darrera etapa, novament la Generalitat de Catalunya té la responsabilitat, mitjançant la tramitació d'un nou Acord del Govern (mateixa tramitació duta a terme per aprovar la pLIC a la primera etapa), declarar el LIC com a Zona d'espacial conservació (ZEC), i aprovar-ne l'instrument de gestió (document que recull, com a mínim, els objectius i les mesures que cal dur a terme per garantir l'estat de conservació favorable dels HIC i EIC de la xarxa Natura 2000), en un termini màxim de 6 anys a partir de la data de la primera inclusió i publicació del LIC al DOUE a la Llista de LIC.

Usos hidroelèctrics, forestals, agrícoles, ramaders, urbans, industrials, de transport i de lleure, entre altres, conflueixen en un mateix tram de riu.
Meandres del Ter, futura ZEC / Foto: Jordi Bas.

10 /

GOVERNANÇA DELS ESPAIS FLUVIALS

10 / **GOVERNANÇA DELS ESPAIS FLUVIALS**

Pol Guardis[1] i Marc Ordeix[2]

[1]Grup de Biologia de la Conservació. Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya

[2]Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis (CERM). Universitat de Vic-Universitat Central de Catalunya

10.1. Antecedents

En els últims anys, s'ha promogut a Europa, sobretot des de les diverses agències públiques, la necessitat de revisar les relacions entre les institucions i la societat. D'aquesta manera prenen força noves tècniques que donen una necessària oportunitat als instruments participatius, per tal d'enfortir projectes, processos i decisions. És així com comença la implementació de diverses eines que promoguin el què avui en dia coneixem com a Governança.

Segons la Comissió sobre Governança Global (1995), la governança és "l*a suma de les múltiples maneres com els individus i les institucions, públiques i privades, manegen els seus assumptes comuns. És un procés continu mitjançant el qual poden acomodar-se interessos diversos i conflictius i adoptar-se alguna acció cooperativa. Inclou les institucions formals i els règims amb poder per imposar obediència, així com arranjaments informals que les persones i les institucions han acordat.*"

La Comissió Europea en el seu Llibre Blanc sobre la governança Europea (2001) la defineix com, "Regles, processos i conductes que afecten la manera com s'exerceix el poder a nivell europeu, particularment pel que fa a l'obertura, la participació, la responsabilitat, l'efectivitat i la coherència."

La Gran Enciclopèdia Catalana diu que la Governança és la "*Manera de governar que es fonamenta en la interrelació dels organismes encarregats de la direcció política d'un territori i la societat civil, per tal de donar major poder, autoritat i influència a la ciutadania a l'hora de prendre decisions que afecten directament la vida pública*."

Visita de socis del LIFE ALNUS amb representants municipals i del programa Life a l'espai natural de les basses de Gallissà (Bellver de Cerdanya), riu Segre. Foto: Jordi Camprodon.

10.2. Governança i espais fluvials

Així doncs, i des de la perspectiva d'un projecte amb finançament europeu, desenvolupat a Catalunya, però amb visió mediterrània, el nostre concepte de Governança, és el d'un *mètode que ens permet incorporar el factor social en la presa de decisions pel i amb el territori a través de múltiples eines* (figura 169).

La implementació d'instruments i processos participatius, tot i estar encara poc integrats per totes les àrees dels cossos responsables de la gestió dels rius i riberes de la zona de treball del LIFE ALNUS, podem afirmar que són una pràctica cada cop més habitual, principalment assumida pel Govern de Catalunya, a través per exemple, de l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) en la implementació dels "Processos participatius per al tercer cicle de la planificació hidrològica al Districte de Conca Fluvial de Catalunya", aquesta planificació és l'eina per millorar l'estat ecològic de les masses d'aigua dels rius, aigües subterrànies i costaneres a Catalunya, tal i com fixa la Directiva Marc de l'Aigua.

Un altre cas, que gaudeix d'un capítol especial en aquest manual tècnic, és l'emprès pel Servei de Planificació del Departament d'Acció Climàtica i Agenda Rural del Govern de Catalunya, amb el desenvolupament d'un "Procés de participació per a una proposta de modificació dels espais de la Xarxa Natura 2000 de Catalunya", en tant que l'estat de conservació de les vernedes i altres boscos de ribera, com també del conjunt de la biodiversitat pròpia de les aigües continentals, és desfavorable, per tal de revertir la seva situació es va proposar una ampliació de Llocs d'importància comunitària (LIC), en espais fluvials en l'àmbit de distribució de les vernedes (i altres boscos de ribera), espais vinculats estretament a les àrees de treball definides pel projecte LIFE ALNUS.

Tal i com hem comentat, les problemàtiques detectades associades a l'hàbitat de les vernedes, planteja reptes i oportunitats multiescala i calidoscòpiques. Multiescala, perquè els hàbitats de ribera són espais altament modificats, ocupats i abandonats. Modificats per preservar usos, infraestructures, béns i serveis, ocupats per infraestructures i estructures que perpetuen la simplificació dels hàbitats i processos naturals associats als rius i rieres (a nivell global) i abandonats a la seva sort davant de la falta d'espai, sediments, matèria orgànica i aigua, com a elements base per a la seva supervivència. Si a més, hi sumem l'entrada i establiment massiu d'espècies exòtiques invasores a tots els nivells, a causa de la seva desestabilització i simplificació antròpica, podem dir que són hàbitats altament amenaçats, d'aquí la seva inclusió com a hàbitats d'interès comunitari per part de la Unió Europea.

I enmig d'aquest garbuix d'impactes i amenaces, cal sumar-hi el factor social o cultural, que viu, en viu, utilitza, gaudeix i es relaciona amb l'espai fluvial des de múltiples i variades mirades (calidoscòpiques). Així doncs, la major part dels espais fluvials tal i com els coneixem avui, són fruit d'una dimensió cultural implícita i ordinària que es manifesta en les pràctiques i els costums de les poblacions properes; i una dimensió cultural explícita, que es reflecteix en el patrimoni, l'arquitectura, l'urbanisme, l'ordenació de l'espai, el disseny, el paisatge i la relació amb el propi espai.

Els espais fluvials a Catalunya, principalment ribes i lleres, són espais d'una alta complexitat d'usos, propietats i aprofitaments. Aquesta diversitat d'usos ve generada per una gran diversitat "d'usuaris" de l'espai fluvial, amb interessos ben diferents. La complexitat dels ecosistemes de ribera també és proporcional a la complexitat dels usos, infraestructures i actors implicats.

El repte que hi havia entre mans suposava poder establir xarxes d'interacció públic-privat-civil, en el marc de la gestió de les riberes com a eix central, en un intercanvi sense toxicitats, que permetés debats propositius cercant l'expertesa i la representativitat dels sectors implicats en l'àmbit fluvial.

Però per fer-ho cal tenir clar que la governança pot no tenir cap efecte, si allò que s'ha assolit en el procés "creatiu" dels debats, no acaba tenint una traducció pràctica a la realitat.

Així doncs el camí de la governança en riberes s'havia de plantejar des de múltiples perspectives, però amb la finalitat clara d'abordar actors clau en l'ecosistema i assolir unes propostes d'ampli consens.

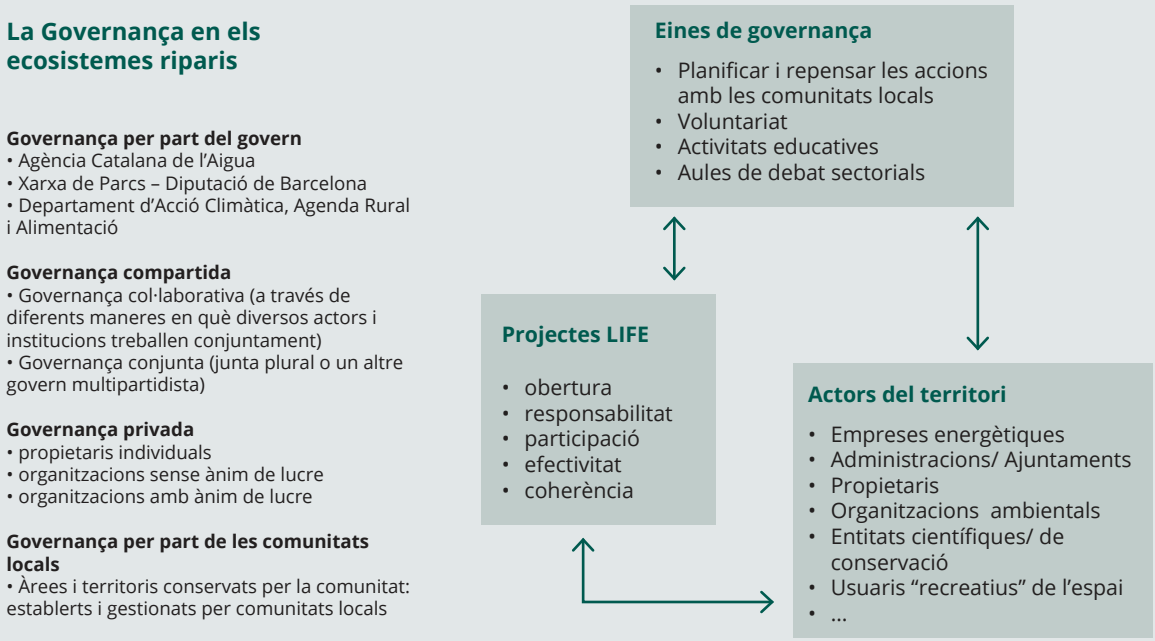


Figura 169 /

La complexitat dels ecosistemes de ribera també és proporcional a la complexitat dels usos, infraestructures i actors implicats.

10.3. Les aules de debat

En el marc del projecte LIFE ALNUS, sabedors d'aquesta diversitat, ens vam proposar abordar cinc temàtiques diferents que ens permetés conèixer de primera mà una part dels sectors involucrats en el dia a dia dels espais fluvials i, alhora, ens permetés donar a conèixer les accions del projecte.

Així doncs, es van detectar des d'un bon inici, cinc grans temàtiques:

1.- Gestió agrícola, ramadera i forestal de riberes

2.- Governança de riberes des de l'àmbit municipal

3.- Custòdia fluvial per a la conservació de riberes que poden emprendre's des del sector privat

4.- Activitats recreatives (pesca, senderisme, BTT...) i conservació de riberes

5.- Comptabilitzar cabals ambientals per restaurar el bosc de ribera amb la producció hidroelèctrica en mini-centrals

D'aquestes temàtiques, i amb l'ajuda de l'empresa ARC Mediació, vam organitzar cinc aules de debat, uns espais d'intercanvi d'experiències i informació entre diversos sectors que, des d'una perspectiva innovadora, ens van permetre establir ponts d'entesa per a la generació d'uns decàlegs finals amb els factors de consens recollits al llarg de les sessions de debat (figura 170).

Aules de debat del life alnus (>150 participants)

Gestió agro-ramadera i forestal →	3 entitats de propietats forestals Servei de Planificació de l'Entorn Natural. DACC Agència Catalana de l'Aigua Secció de Boscos i Recursos Forestals, DACC 4 científics (hidromorfologia i gestió forestal)
Governança municipal →	12 municipis 2 organismes comarcals 1 consorci de conca
Custòdia fluvial →	7 entitats i organismes de custòdia del territori
Activitats recreatives →	Subdirecció General de Caça i Pesca 2 Consorcis de turisme 2 Consorcis de conca 2 Consells comarcals 6 empreses d'acyivitats recreatives 2 entitats de pescadors
Cabals ambientals i producciónidroelèctrica →	6 empreses del sector hidroelèctric 3 científics (hidromorfologia) ICAEN 3 entitats ecologistes i/o de conservació

Figura 170 /

Aquestes aules de debat van resultar ser una magnífica eina de suport que complia múltiples objectius com ho eren 1) la difusió del projecte, 2) conèixer les inquietuds del sector de discussió, 3) generar complicitats, confiança i referencialitat, 4) determinar reptes compartits i 5) generar propostes i consens.

10.3.1. Metodologia

A través d'una metodologia, simple, però molt efectiva que s'inicia amb l'establiment de a) diverses entrevistes prèvies a determinats representants del sector i b) trobades digitals* amb diferents actors (sovint amb posicions oposades), per conèixer de primera mà els c) reptes generals del sector, i establir els punts claus i les pedres angulars que ens permetran d) organitzar els reptes en tres o quatre grups (legal, tècnic, comunicatiu...) on e) debatre els reptes en petits grups de discussió i fer propostes, f) explicar els punts i propostes de la discussió de cada grup i, per últim, engegar el g) debat final que ens permetrà la confecció del document de consens en un decàleg final.

**L'entrada de la pandèmia el 2020, va fer que totes les aules de debat s'haguessin de fer a través de plataformes digitals. Un impediment tècnic, a priori, però que finalment no va afectar al bon decurs de les sessions i debats.*

10.3.2. Els decàlegs finals per aules

AULA 1 – Gestió forestal i agro-ramadera en espais de ribera

DECÀLEG de recomanacions – 25 de maig 2021

1. L'objectiu comú és recuperar el bon estat ecològic del bosc de ribera pels seus serveis ecosistèmics, en compliment de la Directiva Habitats i Marc de l'Aigua. Compatibilitzar amb altres objectius, com aprofitaments fustaners i ús públic.

2. Impulsar plans tècnics conjunts de les riberes entre petits propietaris. Podria ser una iniciativa conjunta entre l'ACA, el CPF i el Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural de la Generalitat de Catalunya, que permetria garantir una coherència en les actuacions a nivell de trams del riu i facilitaria l'execució de moltes tasques.

3. Utilitzar la figura del PTGMF com a document de consens per gestionar les zones de ribera. En finques privades que tenen una certa dimensió, el plans de gestió permeten integrar les diferents visions sobre la planificació de les zones de ribera i arribar a un acord amb la propietat.

4. Incentivar a la propietat perquè estengui el bosc de ribera. Trobar un equilibri entre la gestió forestal productiva i la presència de boscos de ribera ecològicament funcionals i de major maduresa i biodiversitat. Es podrien aplicar mesures fiscals, incentius per l'adopció de bones pràctiques o promoure acords de custòdia forestal o fluvial.

5. Aprofitar els ecoesquemes de la nova PAC per recuperar la vegetació de ribera en zones de transició. Aquests ajuts estan associats a que les intervencions badades en pràctiques agrícoles siguin beneficioses per al clima i el medi ambient.

6. Identificar i recuperar trams de boscos de ribera madurs i en bon estat de conservació per deixar-los a dinàmica natural i fer-ne el seguiment. Constitueixen sistemes altament funcionals i diversos de referència per fer seguiments científics i aplicació de mesures de gestió en trams multifuncionals.

7. Aprofundir en el coneixement (per mitjà de proves pilot) de diverses mesures de gestió del bosc de ribera en relació als riscos (deriva de fusta, inundabilitat) i als serveis ambientals que proveeix. Avaluar també les implicacions d'una bona gestió de la funcionalitat fluvial i de les comunitats vegetals en la reducció del risc de crescudes. Avaluar la incorporació del coneixement tradicional dels gestors forestals i ramaders de les lleres i riberes fluvials en la recuperació dels boscos de ribera.

8. Consensuar unes directrius de gestió dels boscos de ribera transversals i fàcilment aplicables. Les directrius han d'estar relacionades amb la recuperació de la funcionalitat dels boscos de ribera i la biodiversitat, amb la potenciació de la resiliència dels sistemes riparis en escenari de canvi climàtic i per tant en la regulació i minimització dels riscos associats a les crescudes. També haurien d'incloure instruccions clares de cara als aprofitaments. Al moment de compatibilitzar usos sempre s'ha de garantir la provisió del servei ecosistèmic de regulació hidrològica associada als boscos de ribera.

9. La restauració del bosc de ribera passa per incidir paral·lelament en la recuperació de la funcionalitat fluvial i estudiar aspectes relacionats amb el desequilibri hidro-sedimentari, la desconnectivitat i simplificació fluvial i la relació riu-aqüifer. Es proposa elaborar unes directrius de gestió per recuperar la funcionalitat fluvial (dinàmica biofísica), la connectivitat lateral (braços secundaris del riu) i els cabals.

10. Naturalitzar les plantacions de ribera. Introduir elements naturals propis dels boscos a les plantacions per tal de millorar els serveis ecosistèmics i la biodiversitat. Facilitar models de gestió i de bones pràctiques als gestors de plantacions llindants amb boscos de ribera per reforçar el seu paper de connector i d'espai de transició. Podria ser una mesura complementària que generés zones tampó i contribuís a ampliar les franges de bosc de ribera.

AULA 2 – Governança de riberes en l'àmbit municipal

DECÀLEG de recomanacions – 21 gener 2021

11. Els cursos fluvials s'han de considerar com una infraestructura verda estratègica. Cal ordenar-hi els usos urbanístics d'acord amb els seus riscos i valors ambientals. S'hauria de tendir a que les preexistències urbanístiques que afecten negativament el riu puguin desaparèixer i implantar mesures preventives i compensatòries per a les edificacions de les ribes fluvials. El cursos fluvials s'han de considerar com una infraestructura verda estratègica.

12. Difondre les bones pràctiques existents de retirada d'infraestructures obsoletes de l'espai fluvial a trams urbans. Publicar directrius i criteris científics i tècnics que demostrin que la retirada d'aquestes infraestructures, sobretot les de formigó, facilita la recuperació de la

connectivitat ecològica i la dinàmica natural del riu i millora la gestió del risc d'inundació.

13. Promoure la custòdia fluvial com un instrument privilegiat per conciliar la gestió urbana /agrària amb la conservació de les lleres i ribes fluvials. Impulsar aquests acords amb els propietaris de les finques adjacents als rius.

14. Fer una gestió més adaptativa de les dinàmiques fluvials a escala municipal. La recuperació de les dinàmiques fluvials pot ser la solució per reduir els riscos d'inundació, recuperant planes d'inundació i antics braços de rius que ajudin a laminar les crescudes i a reduir l'impacte sobre les infraestructures. L'estudi de les dinàmiques hidromorfològiques i els models de predicció poden ajudar a entendre altres problemàtiques com la incisió progressiva dels cursos d'aigua i la desconnexió dels nivells freàtics amb les riberes fluvials.

15. Endegar campanyes per explicar a la ciutadania la importància dels espais fluvials urbans i dels beneficis ambientals associats a la conservació dels seus valors naturals, molt especialment de la recuperació del bosc de ribera. Fer-ho a través de suports innovadors i visuals per tal d'arribar a un públic no especialitzat.

16. Abordar el tema dels horts incontrolats en espais de ribera des del punt de vista legal i operatiu. Calen accions contundents liderades pels municipis que s'han d'acompanyar d'un seguiment des de l'àmbit social, sobretot quan impliquin a persones vulnerables a qui cal oferir alternatives a d'altres espais més adients.

17. Vincular a la ciutadania en el seguiment dels projectes que es facin en espais fluvial per mitjà d'iniciatives de ciència ciutadana.

18. Millorar el protocol de comunicació entre l'Agència Catalana de l'Aigua i els ajuntaments quan es facin actuacions extraordinàries relacionades amb situacions d'emergència. També, per fer actuacions menors al municipi.

19. Co-produir uns criteris generals de gestió, restauració i conservació dels espais fluvials a l'àmbit municipal que serveixin de directrius consensuades amb els ajuntaments orientades a la naturalització de l'espai fluvial urbà.

20. Formar als equips de jardineria municipal sobre les plantes invasores i possibles alternatives al seu ús, així com sobre models d'enjardinament més naturalitzats per a les ribes dels trams urbans del riu, mirant de compatibilitzar amb altres usos que puguin tenir.

AULA 3 - Custòdia fluvial en l'àmbit privat i públic

Decàleg de recomanacions – 25 setembre 2020

21. Cercar fórmules alternatives d'atermenament (com ara el Domini Públic estimat) per delimitar els espais fluvials, millorant en paral·lel els mecanismes de compensació (compres de drets de tala, compra de conreus productius o mesures fiscals) a la propietat que té terrenys a tocar d'espais fluvials .

22. Incorporar explícitament els acords de custòdia en la revisió dels nous plans hidrològics de gestió de conca i els programes de mesures associats. La custòdia fluvial hauria de ser un instrument bàsic en la gestió del DPH per a tots els organismes gestors de l'aigua i els ambients aquàtics.

23. Per facilitar la gestió, promoure la declaració responsable en actuacions que no impliquin canvis geomorfològics substancials a la llera del riu.

24. Habilitar algun instrument àgil de col·laboració entre l'Agència Catalana de l'Aigua i la Confederación Hidrográfica del Ebro que permeti a ACA signar convenis i incloure les conques intercomunitàries (la de l'Ebre i la Garona) a les línies d'ajuts relatives a custòdia fluvial.

25. Articular per part de l'Agència Catalana de l'Aigua, fórmules de finançament dels acords de custòdia a mitjà i llarg termini (de 5 anys com a mínim) per garantir les accions de manteniment i seguiment.

26. Disposar d'unes directrius tècniques clares a l'hora de gestionar els espais fluvials i tota la seva complexitat, combinant criteris de conservació i producció: la vegetació de ribera, la fusta morta i els sediments. Cal que siguin comprensibles tant per a les persones

tècniques de les entitats o ajuntaments que promouen les actuacions, com per al personal de les empreses executores.

27. Implicar a les entitats de custòdia en el seguiment i la supervisió de les actuacions que es fan a les riberes d'acord a unes directrius tècniques consensuades entre les administracions, la propietat i les entitats de custòdia..

28. Estimular un pla de formació i divulgació dirigit a tècnics i a entitats sobre la gestió d'espais fluvials. Cal que inclogui conceptes com ara els serveis ecosistèmics del bosc de ribera, eines per fer un balanç entre els riscos ambientals lligats a episodis d'emergència i els beneficis ambientals que aporten els espais de ribera de qualitat.

29. Impulsar programes de voluntariat per apropar la custòdia fluvial a la societat, perquè es dediquin més recursos al manteniment i la conservació d'aquests espais i d'enfortir l'interès de la propietat de tenir-ne cura.

30. Obrir una via jurídica per dotar de finançament els convenis de custòdia fluvial que gestionen les entitats de custòdia sense ànim de lucre.

AULA 4 – Activitats recreatives en boscos de ribera

Decàleg de recomanacions – 9 d'abril del 2021

31. Aplicar coordinadament la legislació sectorial vigent que conflueix a les riberes, que ja posa a disposició moltes eines per regular les activitats que es fan als espais fluvials.

32. Contrastar la legislació existent relativa als usos i al manteniment del bon estat ecològic dels espais fluvials i les masses d'aigua i compatibilitzar el dret d'accés de les persones a l'espai fluvial amb les mesures de regulació admissibles per minimitzar l'impacte de les activitats recreatives als espais fluvials.

33. Revertir les taxes o ingressos obtinguts, per exemple, dels aparcaments que faciliten l'accés a l'espai fluvial, de les curses que s'organitzen en aquest entorn, de l'organització de campionats de pesca o del condicionament de zones de bany, en la millora de l'entorn fluvial.

34. Incentivar a les empreses i entitats que fan activitats recreatives amb impactes positius a les riberes i l'espai fluvial seguint un codi de bones pràctiques. Per exemple, part dels ingressos obtinguts a escala local es podrien dedicar a línies d'ajut per a aquelles empreses i entitats implicades, o que tinguessin algun tipus d'exempció.

35. Impulsar un estudi per al conjunt de país (conques internes i intercomunitàries) i diversos estudis de cas sobre la capacitat de càrrega de les riberes, que tingui implicacions en la gestió de la freqüentació dels espais fluvials, la regulació i la planificació a escala de conca i a escala local (municipal). També, preveure una gestió adaptativa del coneixement generat per aquest estudi que hauria de tenir en compte l'especificitat de cada tram, la temporalització de les activitats recreatives i els períodes d'activitat i fragilitat de la flora i la fauna.

36. Impulsar campanyes de comunicació específiques sobre els valors naturals de les riberes, per potenciar el coneixement d'aquests entorns i la comprensió de les regulacions administratives i jurídiques establertes per a la seva conservació. Cal fer molta pedagogia, dirigida especialment a les persones usuàries que hi van pel seu compte.

37. Elaborar un document de planificació d'usos a escala de conca, on l'administració defineixi compatibilitats d'usos per trams concrets, amb mesures que afavoreixin la seva convivència , sabent que en alguns casos el solapament serà impossible. Hauria de preveure com regular els usos preferents a cada tram, els accessos, els aparcaments, els límits de la freqüentació de l'espai, així com l'establiment de possibles zones de reserva restringides. La regulació dels usos s'hauria de consensuar amb tots els actors implicats i hauria de ser revisable al llarg del temps de manera compartida entre l'administració i els àmbits científic, econòmic i social.

38. Estendre les experiències de "cita prèvia / reserva" per desenvolupar activitats recreatives a l'àmbit fluvial. L'objectiu és evitar

la sobrefreqüentació dels espais de ribera d'acord amb un topall estimat establert que minimitzi l' impacte de l'activitat al medi.

39. Promoure ordenances municipals i supramunicipals per a regular l'accés a l'espai fluvial. Acompanyar-les de molta informació a les persones usuàries per tal d'aconseguir la seva comprensió i col·laboració màximes.

40. Reactivar una nova cultura d'accés al medi natural i rural. Seria equivalent "Countryside Code" (Codi d'Accés al Medi Rural) d'Anglaterra. Es basaria en que els col·lectius que fan us del medi transmetin aquesta nova manera d'apropar-se als entorns fluvials a les seves aficions recreatives o als usos més professionals o agropecuaris ja existents.

AULA 5 - Cabals ambientals i gestió de la vegetació a l'entorn de les minicentrals

Decàleg de recomanacions - 25 Novembre de 2020

41. Promoure els Consells de Conca com espais potenciadors del treball col·laboratiu i de transferència i intercanvi d'informació sobre la gestió dels espais fluvials entre tots els actors.

42. Incorporar els escenaris de canvi climàtic i de canvi global (que preveuen una disminució significativa dels cabals circulants) en la dinàmica futura dels boscos de ribera.

43. Posar en marxa una plataforma *on-line* per poder consultar el grau d'implantació i acompliment dels cabals ambientals, entenent que seria un instrument que enfortiria la confiança entre les parts interessades.

44. Instal·lar sensors i escales limnimètriques a totes les derivacions d'aigua per tal d'obtenir més dades de forma automàtica sobre els cabals circulants i derivats.

45. Estudiar l'impacte dels cabals ambientals en el manteniment del nivell freàtic, la progressiva incisió d'alguns rius , en la desconnexió dels espais de ribera i l'efecte sobre la vegetació ripària.

46. Identificar i caracteritzar de manera precisa els trams de riu que són influents i efluents en relació a l'aqüífer per comprendre millor la seva incidència en els cabals de les aigües superficials.

47. Promoure la gestió activa dels sediments a les rescloses i als grans embassaments per facilitar el transport de sòlids (còdols, grava, sorra i llot), entenent que el transport de sediments a nivell de conca és tan rellevant pel manteniment dels espais fluvials com el cabals ambientals.

48. Seleccionar uns trams pilot per generar models senzills, hidràulics-hidrològics a petita escala que permetin entendre la dinàmica ecològica del bosc de ribera (regeneració, creixement, conservació i decaïment).

49. Gestionar la vegetació de ribera i de la fusta morta a l'entorn de les minicentrals hidroelèctriques, establint zones de bosc amb diferents tipologies d'intervenció per tal de compatibilitzar els diferents usos i mirant de reduir al màxim els riscos per a les infraestructures.

50. Actualitzar les polítiques públiques i la legislació a partir de tot el coneixement nou que s'està generant relacionat amb una visió més integrada de la dinàmica fluvial. Acompanyar-ho també d'accions de difusió i comunicació d'aquest coneixement en un llenguatge planer per tal de fer-lo accessible a tota la ciutadania.

El format decàleg de les conclusions acordades a les aules de debat permet sintetitzar les aportacions, molt diverses, i les línies d'acord bàsiques. L'esborrany que preparava l'equip coordinador del LIFE ALNUS s'enviava als participants a fi que podessin fer-hi esmenes. El decàleg final de cada aula s'ha difós entre els diferents sectors implicats. En conjunt, serveixen com un referent dels aspectes que més preocupen i de les solucions aportades des de l'experiència i l'expertesa, per a una millor governança dels espais fluvials.

Verneda al riu Segre, La Cerdanya / Foto: Jordi Bas.

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- ACA. 2006. *HIDRI. Protocol d'avaluació de la qualitat hidromorfològica dels rius*. Agència Catalana de l'Aigua (ACA). Barcelona.

- ACA. 2016. *Pla de gestió del districte de conca fluvial. Barcelona*. Agència Catalana de l'Aigua (ACA). Barcelona.

- ACA. 2019. *Document IMPRESS, estudi general de la Demarcació, anàlisi d'impactes i pressions de l'activitat humana, i anàlisi econòmica de l'ús de l'aigua a les masses d'aigua al Districte de conca fluvial de Catalunya*. Agència Catalana de l'Aigua (ACA). Barcelona.

- ACA. 2021. Millora en la gestió dels cabals generadors. Proves pilot aigua avall dels embassament e la Baells i Susqueda-Pasteral. Agència Catalana de l'Aigua (ACA). Barcelona. https://aca.gencat.cat/ca/laigua/proteccio-i-conservacio/cabals-de-manteniment/cabals-generadors-i-sediments/#bloc2

- Adams, M. D., Law, B. S., French, K. O. 2009. Vegetation structure influences the vertical stratification of open- and edge-space aerial-foraging bats in harvested forests. *Forest Ecology and Management*, 258 (9): 2090-2100. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.08.002

- Alba-Tercedor, J., Sánchez-Montoya, A. 1988. Un métodos rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). *Limnética*, 4: 51–56.

- Allan, J. D., Castillo Uzcanga, M., Capps, K. 2021. Stream Ecology, Structure and Function of Running Waters. Springer. 484 pp. 10.1007/978-3-030-61286-3

- Ameztegui, A., Aunós, A., Serrano, L. 2009. El anillado como técnica de desvitalización de hayas en el Valle de Arán (Lleida). *5º Congreso Forestal Español. SECF, Junta de Castilla y León*. Ávila, 21-25 de septiembre de 2009.

- Améztegui, A., Gil-Tena, A., Faus, J., Piqué, M., Brotons, Ll., Camprodon, J. 2018. Bird community response in mountain pine forests of the Pyrenees managed under a shelterwood system. *Forest Ecology and Management*, 407: 95-105. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.09.002

- Andreu, J., Pino, J., Rodríguez-Labajos, B., Munné, A. 2011. *Avaluació de l'estat i el risc d'invasió per espècies exòtiques dels ecosistemes aquàtics de Catalunya.* Agència Catalana de l'Aigua, Departament de Territori i Sostenibilitat, Generalitat de Catalunya, 97 pp.

- Anduíza, E. (ed.). 2009. *Internet, participació, mobilització: la implicació política de la ciutadania en un nou entorn comunicatiu*. Direcció General de Participació Ciutadana. Una reflexió sobre l'ús d'Internet en la participació. Direcció General de Participació Ciutadana. Barcelona.

- Arlettaz, R., Godat, S., Meyer, H. 2000. Competition for food by expanding pipistrelle bat populations (*Pipistrellus pipistrellus*) might contribute to the decline of lesser horseshoe bats (*Rhinolophus hipposideros*). *Biological Conservation*, 93(1): 55-60. https://doi.org/10.1016/S0006-3207(99)00112-3

- Aronson, M. F. J., Sorte, F. A. L., Nilon, C. H., Katti, M., Goddard, M. A., Lepczyk, C. A., Warren, P. S., Williams, N. S. G., Cilliers, S., Clarkson, B., Dobbs, C., Dolan, R., Hedblom, M., Klotz, S., Kooijmans, J. L., Kühn, I., MacGregor-Fors, I., McDonnell, M., Mörtberg, U., Pyšek, P., Siebert, S., Sushinsky, J., Werner, P., Winter, M. 2014. A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281. https://doi.org/10.1098/rspb.2013.3330

- Atauri J. (ed.). 2020. Manual 14. *Bosques maduros mediterráneos: características y criterios de gestión en áreas protegidas*. EUROPARC-España. Ed. Fundación Fernando González Bernáldez, Madrid. 148 pp.

- Bae, S., Müller, J., Lee, D., Vierling, K. T., Vogeler, J. C., Vierling, L. A., Hudak, A. T., Latifi, H., Thorn, S. 2018. Taxonomic, functional, and phylogenetic diversity of bird assemblages are oppositely associated to productivity and heterogeneity in temperate forests. *Remote Sensing of Environment,* 215: 145-156. https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.05.031

- Bakaloudis, D. E., Vlachos, C. G., Papakosta, M. A., Bontzorlos, V. A., Chatzinikos, E. N. 2012. Diet composition and feeding strategies of the stone marten (*Martes foina*) in a typical Mediterranean ecosystem. *Sci. World J.* 2012. https://doi.org/10.1100/2012/163920

- Ball, I. R., Possingham, H. P., Watts, M. 2009. Marxan and relatives: software for spatial conservation prioritization. In: Molainen A., Wilson K., Possingham H. (ed.). *Spatial conservation prioritisation: Quantitative methods and computational tools*. Oxford University Press, pp. 185-195.

- Ballesteros, E. 1981: Dues noves comunitats forestals al Massís de Cadiretes (la Selva). *Folia Botanica Barcinonensia*, 2: 9-13.

- Balmori, A., Santos, I., Carbonell, R. 2015. El visón americano *Neovison vison* (Schreber 1777) en España: posibles causas de su expansión e interacción con otros mamíferos semiaquáticos*. Ecosistemas*, 24: 4-11. Doi.: 10.7818/ECOS.2015.24-1.02

- Barbour, M. T., Gerritsen, B. D., Snyder, B. D., Stribling, J. 1999. *Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish*. Office of Water, Washington, D.C. U.S Environmental Protection Agency, EPA 841-B-99-002.

- Barratt, E. M., Deaville, R., Burland, T. M., Bruford, M. W., Jones, G., Racey, P. A., Wayne, R. K. 1997. DNA answers the call of pipistrelle bat species. *Nature*, 387(2): 830-832. https://doi.org/10.1111/mms.12203

- Batisteli, A. F., Tanaka, M. O., Souza, A. L. 2018. Bird Functional Traits Respond to Forest Structure in Riparian Areas Undergoing Active Restoration. *Diversity*, 10: 90. https://doi.org/10.3390/d10030090

- Baxter, C. V., Fausch, K. D., Saunders, W. C. 2005. Tangled webs: Reciprocal flows of invertebrate prey link streams and riparian zones. *Freshwater Biol*., 50, 201-220. https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2004.01328.x

- Beardsley, M., Boyd, K. 2019. Breaking up with Lane - Rethinking equilibrium and stability in stream restoration. *River Restoration Northwest Conference* 2019.

- Beltrán, M., Cano, F., Garitacelaya, J., Piqué, M. 2020. *Manual de gestió naturalística dels boscos de coníferes del Pirineu.* CTFC, Solsona. 112 pp.

- Bennett A. C., McDowell N. G., Allen C. D., Anderson-Teixeira K. J. 2015. Larger trees suffer most during drought in forests worldwide. *Nature Plants*, 15139. https://doi.org/10.1038/nplants.2015.139

- Berastegi, A., Urra F., Pascual, R., García, G., Cadiach, O., Campion, D., Telletxea, G., Jaso, C. 2015. The silent disappearance of Iberia's fluvial wetlands: Prognosis of the development of the lower reaches of the rivers Aragón and Arga, and the callenges of the conservation. In book: *Proceedings of the Final Seminar of the Life + Mink Territory Project. Life09 nat/es/531* Publishers: The European Project Life Mink Territory (LIFE09/NAT/ES/531) & Government of Navarre.

- Bertrans, Ll. 2019. *Habitat evaluation from bird community requirements and landscape matrix of Mediterranean riparian forests*. Treball final del màster en Ecologia terrestre i gestió de la biodiversitat. Universitat Autònoma de Barcelona. www.alnus.eu

- Bibby, C. J., Burgess, N. D., Hill, D. A. 1992. *Bird census techniques*. Academic Press, London. 257 pp.

- Bolòs O. de, Vigo, J. 1984-2001. *Flora dels Països Catalans*. Vols. I-IV. Ed. Barcino. Barcelona.

- Bonesi, L., Palazon, S. 2007. The American mink in Europe: Status, impacts, and control. *Biol. Conserv*., 134: 470-483. https://doi.org/10.1016/J.BIOCON.2006.09.006

- Brotons, L., Pou, N., Herrando, S., Bota, G., Villero, D., Garrabou, J., Ordóñez, J. L., Anton, M., Gual, G., Recoder, L., Alcaraz, J., Pla, M., Sainz de la Maza, P., Pont, S., Pino, J. 2020. *Estat de la Natura a Catalunya 2020*. Departament de Territori i Sostenibilitat. Generalitat de Catalunya. Barcelona. 56 pp.

- Brown, A. G., Lespez, L., Sear, D. A., Macaire, J. J., Houben, P., Klimek, K., Brazier, R. E., Van Oost, K., Pears, B. 2018. Natural vs anthropogenic streams in Europe: history, ecology and implications for restoration, river-rewilding and riverine ecosystem services. *Earth Sci. Rev*.: 180, 185-205. https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2018.02.001

- Calbó, J 2009. Projeccions globals: el 4t informe del Grup Intergovernamental d'Experts sobre el canvi climàtic. In: *Aigua i canvi climàtic. Diagnosi dels impactes previstos a Catalunya*. Agència Catalana de l'Aigua, Departament de Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya.

- Calbó, J., Gonçalves, M., Barrera, A., García-Serrano, J., Doblas-Reyes, F., Guemas, V., Cunillera, J., Altava, V. 2017. *Projeccions climàtiques i escenaris de futur. In: El canvi climàtic a Catalunya*. Institut d'Estudis Catalans i Generalitat de Catalunya.

- Calleja, J. A., 2009. 91E0 Bosques aluviales arbóreos y arborescentes de cursos generalmente altos y medios, dominados o codominados por alisos (Alnus glutinosa), fresnos de montaña (Fraxinus excelsior), abedules (Betula alba o B. pendula), avellanos (Corylus avellana) o álamos negros (Populus nigra) (*). En: VV.AA. *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 88 pp.

- Camprodon, J. 2013. *Ecologia i conservació dels ocells forestals. Un manual de gestió de la biodiversitat en boscos catalans*. CTFC & Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural de la Generalitat de Catalunya. 223 pp.

- Camprodon, J. 2008. Elementos biológicos a tener en cuenta en la planificación forestal a escala de rodal y de paisaje. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For*., 27: 79-86.

- Camprodon, J., Brotons, LL. 2006. Effects of undergrowth clearing on bird communities of Northwestern Mediterranean coppice Holm oak forests. *Forest Ecology and Management*, 221: 72-82. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.10.044

- Camprodon, J., Campión, D., Martínez-Vidal, R., Onrubia, A., Robles, H., Romero, J. L., Senosiain, A. 2007. Estatus, selección del hábitat y conservación de los pícidos ibéricos. In Camprodon J. & Plana E. (eds.) 2007. *Conservación de la biodiversidad, fauna vertebrada y gestión forestal*. Edicions Universitat de Barcelona, Barcelona. Pp. 391-434.

- Camprodon, J., Ferreira. M. T., Ordeix, M. (eds.). 2012. *Restauración y gestión ecológica fluvial*. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya & ISA Press. Solsona – Lisboa. 388 pp.

- Camps, D., Alldredge, J. R. 2013. Multi-scale habitat use and selection of common genet *Genetta geneta* (*Viverridae, Carnivora*) in a Mediterranean environment. *Mammalia*, 77: 285–295. https://doi.org/10.1515/mammalia-2012-0023

- Cantonati, M., Fensham, R. J., Stevens, L. E., Gerecke, R., Glazier, D. S., Goldscheider, N., Knight, R. L., Richardson, J. S., Springer, A. E., Töckner, K. 2020. An urgent plea for global spring protection. *Conserv. Biol*., 35, 378–382. DOI: 10.1111/cobi.13576

- Carreras, J., Ferré, A., Vigo, J. 2015. *Manual dels hàbitats de Catalunya: catàleg dels hàbitats naturals reconeguts en el territori català d'acord amb els criteris establerts pel CORINE biotopes manual de la Unió Europea*. Ed. rev. Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya.

- Carvalho, F., Mira, A. 2010. Comparing annual vertebrate road kills over two time periods, 9 years apart: a case study in Mediterranean farmland. *Eur. J. Wildl. Res*. 57: 157–174. https://doi.org/10.1007/S10344-010-0410-0

- CEC (Commision of the European Communities). 1991. *CORINE biotopes manual. Data specifications, part 2: Habitats of the European Community. EUR 12587/3.* Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

- CEC (Commision of the European Communities). 2022. *Habitats Directive reporting: the State of Nature in the EU – Article 17 reporting*. [https://nature-art17.eionet.europa.eu/article17/]

- CEE 2000. *Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of water policy.* Available from:https://www.ecolex.org/details/legislation/directive-200060ec-of-the-european-parliament-and-of-the-council-establishing-a-framework-for-community-action-in-the-field-of-water-policy-lex-f-aoc023005/ (July 31, 2017).

- Champneys, A. 2012. *Factors Affecting Distribution and Habitat Selection of Water Shrews* Neomys fodiens. Nottingham Trent University. 24 pp.

- Charbonnier, Y. M., Barbaro, L., Barnagaud, J. Y., Ampoorter, E., Nezan, J., Verheyen, K., Jactel, H. 2016. Bat and bird diversity along independent gradients of latitude and tree composition in European forests. *Oecologia*, 182 (2): 529–537. https://doi.org/10.1007/s00442-016-3671-9

- Cid, N., Erős T., Heino, J., Singer, G., Jähnig, S. C., Cañedo-Argüelles, M., Bonada, N., Sarremejane, R., Mykrä, H., Sandin, L., Paloniemi, R., Varumo, L., Datry, T. 2022. From meta-system theory to the sustainable management of rivers in the Anthropocene. *Ecol Environ*., 20(1): 49-57. doi: 10.1002/fee.2417

- Claessens, H., Oosterbaan, A., Savill, P., Rondeux, J. 2010. A review of the characteristics of black alder (Alnus glutinosa (L.) Gaertn.) and their implications for silvicultural practices. *Forestry*, 83(2): 163–175. https://doi.org/10.1093/forestry/cpp038

- Coello J, Guitart L, Cervera T, Rovira J, Piqué M. 2021. *Polítiques locals, canvi climàtic i gestió forestal en boscos periurbans: una integració necessària*. CTFC, Solsona. 56 pp.

- Coello J, Piqué M, Beltrán M, Coll L, Palero N, Guitart L. 2022. *Gestió adaptativa i naturalística en boscos mixtos mediterranis subhumits: alzinars, castanyedes, rouredes i pinedes.* CTFC, Solsona & CPF, Santa Perpètua de Mogoda. 104 pp.

- CREAF. 2009. *Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya*. Direcció General de Polítiques Ambientals Departament de Territori i Sostenibilitat/CREAF.

- CTFC. 2020. *Resultats dels informes de seguiment de l'aplicació de la Directiva Habitats a Catalunya.* Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural, Generalitat de Catalunya.

- Cuthbert, M.O., Ashley, G.M. 2014. A Spring Forward for Hominin Evolution in East Africa. *PLoS ONE*, 9(9). e107358. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0107358

- Dănescu A., U. Kohnle J. Bauhus J. Sohn, J., Albrecht A. T. 2018. Stability of tree increment in relation to episodic drought in uneven-structured, mixed stands in southwestern Germany. Forest Ecology and Management, 415-416: 148-159. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.02.030

- Davidson, N. C., Finlayson, C. M. 2018. Extent, regional distribution and changes in area of different classes of wetland. *Mar. Freshw. Res*., 69: 1525-1533. https://doi.org/10.1071/MF17377

- Deventer, van J., Platts, W. 1989. *Microcomputer software system for generating population statistics from electrofishing data: user's guide for MicroFish 3.0*. General Technical Report INT. 31 pp.

- Diputació de Girona. 2017. *Protocols de gestió de la flora exòtica invasora 1. Control Químic de l'ailant (Ailanthus altíssima)*. Diputació de Girona, Girona. 45 pp.

- Downs, P. W., Gregory, K. J. 2004. *River channel management : towards sustainable catchment hydrosystems*. Eds. Hodder Arnold. 395 pp.

- Drénou, C., Bouvier, M., Lemaire, J. 2011. El método de diagnostico Archi-aplicación en robles (*Quercus robur* L.) en proceso de decaimiento. *Forêt entreprise*, 200: 1 12.

- DTS (Departament de Territori i Sostenibilitat). 2012. *Cartografia dels Hàbitats de Catalunya (versió 2). Manual d'interpretació.* Generalitat de Catalunya, Barcelona. 359 pp.

- Duarte, M., C., Moreira, I. 2009. *Flora aquàtica e ribeirinha*. ARH Algarve. Faro. 96 pp.

- Dudgeon, D., Arthington, A., Gessner, M., Kawabata, Z.-I., Knowler, D. J., Lévêque, C., Naiman, R., Prieur-Richard, A.-H., Soto, D., Stiassny, M. L. J., Sullivan, C. A. 2006. Freshwater Biodiversity: Importance, Threats, Status and Conservation Challenges. *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society,* 81: 163-82. https://doi.org/10.1017/S1464793105006950

- Duguid, M. C., Morrell, H. E., Goodale, E., Ashton, M. S. 2016. Changes in breeding bird abundance and species composition over a 20 year chronosequence following shelterwood harvests in oak-hardwood forests. *Forest Ecology and Management*, 376: 221–230. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.06.010

- Elosegui, A., Sabater, S. (eds.). 2009. *Conceptos y técnicas en ecología fluvial Conceptos y técnicas en ecología fluvial.* Fundación BBVA. Bilbao. 444 pp.

- Erős, T., Kuehne, L., Dolezsai, A., Sommerwerk, N., Wolter, C. 2019. A systematic review of assessment and conservation management in large floodplain rivers – actions postponed. *Ecol. Indic*., 98: 453-461. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.11.026

- EUR-Lex. 2001. *Libro blanco: La gobernanza europea*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=LEGISSUM%3Al10109

- Europarc-España. 2020. *Bosques maduros mediterráneos: características y criterios de gestión en áreas protegidas.* Ed. Fundación Fernando González Bernáldez, Madrid. 141 pp.

- European Commission. 2003. *CEN - EN 14011 - Water quality - Sampling of fish with electricity | Engineering360*. European Committee for Standardization: 20. Available from: http://standards.globalspec.com/std/282064/cen-en-14011 (July 31, 2017).

- European Commission 2022. *Habitats Directive reporting: the State of Nature in the EU – Article 17 reporting.* https://nature-art17.eionet.europa.eu/article17/

- EXOCAT. 2020. *Sistema d'Informació d'Espècies Exòtiques de Catalunya (EXOCAT)*. Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals i Departament de Territori i Sostenibilitat.

- Fernàndez, D., Montori, A., Pérez Sorribes, L. & Carranza, S. 2020. *Bioseguretat: protocols sanitaris per a les activitats que impliquin la interacció directa o indirecta amb les poblacions d'amfibis al medi natural.* Diputació de Barcelona, Xarxa de Parcs Naturals. 15 pp.

- Fischer, C., Ferrari, N., Weber, J.M. 2005. Exploitation of food resources by badgers (*Meles meles*) in the Swiss Jura Mountains. *J. Zool.,* 266: 121-131. https://doi.org/10.1017/S0952836905006576

- Flaquer, C., Torre, I., Arrizabalaga, A. 2007. Selección de refugios, gestión forestal y conservación de los quirópteros forestales. In Camprodon J. & Plana E. (eds.) 2007. *Conservación de la biodiversidad, fauna vertebrada y gestión forestal*. Edicions Universitat de Barcelona, Barcelona. Pp. 470-488.

- Folch, R. 1981. *La vegetació dels Països Catalans*. Ed. Ketres, Barcelona. 541 pp.

- Font, J., Casas, C. 2020. *Diagnosi del poblament vegetal de les àrees d'actuació del projecte LIFE ALNUS*. Centre Tecnològic BETA, Universitat de Vic-Universitat Central de Catalunya. www.alnus.eu

- Font, X. 2017. Mòdul de 'Flora i Vegetació'. Banc de Dades de Biodiversitat de Catalunya. Generalitat de Catalunya y Universitat de Barcelona. http://biodiver.bio.ub.es/biocat/homepage.html

- Gann, G. D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J. Nelson, C. R., Jonson, J., Hallett, J. C., Eisenberg, C., Guariguata, M. R., Fangyuan Hua, J. L., Echeverría, C., Gonzales, E., Shaw, N., Decleer, K., Dixon, K. W. 2019. Principios y estándares internacionales para la práctica de la restauración ecológica. Segunda edición. SER. Society for Ecological Restoration.113 pp.

- Garcia Burgos, E., Bardina, M.; Munné, A., Solà, C. 2020. Aproximación multifocal para la recuperación hidromorfológica de la cuenca del río Gaià. RestauraRios 2020.03: 10p. https://doi.org/10.51443/RestauraRios.2020.03

- García, G., Manzano, S., Sanz, G., Butillé, M., Pedrocchi, C. 2011. Restauración ecológica del entorno fluvial del monasterio cisterciense de Santes Creus (río Gaià): la recuperación morfo-funcional de meandros confinados bajo el principio de mínima intervención. *Actas del I Congreso Ibérico de Restauración Fluvial (RestauraRíos)*: 163-171. 18-20 de Octubre de 2011. León.

- García-Díaz, P., Arévalo, V., Vicente, R., Lizana, M. 2013. The impact of the American mink (*Neovison vison*) on native vertebrates in mountainous streams in Central Spain. Eur. *J. Wildl. Res*., 59: 823–831. https://doi.org/10.1007/s10344-013-0736-5

- Giller, P. S., Malmqvist, B. 1998. *The Biology of Streams and Rivers*. Oxford University Press, Oxford. 287 pp.

- Glass, W. 2011. *Vegetation Management Guideline. White poplar (Populus alba L).* Illinois Natural History Survey, Prairie Research Institute, University of Illinois.

- Gobierno de España. 2016. Real *Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras, además de las especies que se incorporaron por la sentencia del Tribunal Supremo 637/2016*.

- Godé, L. (ed.). 2008. *La gestió i recuperació de la vegetació de ribera. Guia tècnica per actuacions en riberes.* Agència Catalana de l'Aigua. Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya. Barcelona. 180 pp.

- González del Tánago, M., García de Jalón, D. 2007. *Restauración de ríos. Guía metodológica para la elaboración de proyectos*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid. 318 pp.

- Gounand, I., Harvey, E., Little, C., Altermatt, F. l. 2017. Meta-Ecosystems 2.0: Rooting the Theory into the Field. *Trends in Ecology & Evolution*, 33. 10.1016/j.tree.2017.10.006

- Graf, W. L. 1988. *Fluvial Processes in Dryland Rivers*. Springer-Verlag, Berlin. 346 pp.

- Gregory, S. V., Boyer, K. L., Gurnell, A. M (eds.). 2003. *The ecology and management of wood in world rivers*. Bethesda: American Fisheries Society.

- Gregory, S. V., Swanson ,F. J., McKee, W. A., Cummins, K. W. 1991. An ecosystem perspective of riparian zones. *BioScience*, 41: 540-551. https://doi.org/10.2307/1311607

- Gross, A., Holdenrieder, O., Pautasso, M., Queloz, V., Sieber, T. N. 2014. *Hymenoscyphus pseudoalbidus*, the causal agent of European ash dieback. *Molecular Plant Pathology*, 5: 5-21. https://doi.org/10.1111/mpp.12073

- Guardis, P. 2020. Protocol de desplaçament de fusta morta en espais fluvials en conques mediterrànies. LIFE ALNUS. www.alnus.eu

- Guixé, D., Camprodon, J. (eds.). 2018. *Manual de conservación y seguimiento de los quirópteros forestales.* Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid. 274 pp.

- Gustafsson L., Bauhus J., Asbeck T., Augustynczik. A. L D., Basile, M., Frey, J., Gutzat, F., Hanewinkel, M., Helbach, J., Jonker, M., Knuff, A., Messier, C., Penner, J., Pyttel, P., Reif, A., Storch, F., Winiger, N., Winkel, G., Yousefpour, R., Storch, I. 2019. Retention as an integrated biodiversity conservation approach for continuous-cover forestry in Europe. *Ambio*, 49: 85-97. https://doi.org/10.1007/s13280-019-01190-1

- Gutiérrez, C., Salvat, A. 2006. Índex de Vegetació Fluvial. In: *ACA (2006). HIDRI. Protocol d'avaluació de la qualitat hidromorfològica dels rius*. Agència Catalana de l'Aigua (ACA). Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya. 95 pp.

- Harris, R. W., Clark, J. R., Matheny, N. P. 2004. *Arboriculture: Integrated management of landscape trees, shrubs and vines*. 4th Ed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall. 578 pp.

- Harvey, E., Gounand, I., Ganesanandamoorthy, P., Altermatt, F. 2016. Spatially cascading effect of perturbations in experimental meta-ecosystems. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.,* 283: 20161496. doi: 10.1098/rspb.2016.1496

- Hauer, F. R., Lamberti, G. A. 2007. *Methods in Stream Ecology*. Elsevier. 855 pp.

- Havrdová, A., Douda, J., Doudová, J. 2022. Threats, biodiversity drivers and restoration in temperate floodplain forests related to spatial scales. *Science of The Total Environment*, 854. 158743. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158743

- Heikkinen, R. K., Luoto, M., Virkkala, R., Rainio, K. 2004. Effects of habitat cover, landscape structure and spatial variables on the abundance of birds in an agricultural-forest mosaic. *Journal of Applied Ecology,* 41: 824–835. https://doi.org/10.1111/j.0021-8901.2004.00938x

- Hermoso, V., Cattarino, L., Kennard, M. J., Watts, M., Linke, S. 2015. Catchment zoning for freshwater conservation: refining plans to enhance action on the ground. *Journal of Applied Ecology*, 52: 940–949 https:// doi: 10.1111/1365-2664.12454

- Hitt, N. P., Bonneau, L. K., Jayachandran, K. V., Marchetti, M. P. 2015. Freshwater Ecosystems and Biodiversity. *Lessons in Conservation,* 5: 5-16. Stable URL: ncep.amnh.org/linc/

- Hornung, M., Reynolds, B. 1995. The effects of natural and anthropogenic environmental changes on ecosystem processes at the catchment scale. *Trends Ecol Evol. Nov*, 10(11): 443-9. doi: 10.1016/s0169-5347(00)89177-6. PMID: 21237099.

- Hynes, H. B. N. 1975. The stream and its valley. Verh. *Int. Ver. Theor. Angew. Limnol*., 19, 1-35 15.

- ICGC (Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya), 2019. Descàrregues [WWW Document]. Institut Cartogràfic i Geològic Catalunya. URL http://www.icc.cat/appdownloads/ (accedit 6.20.19).

- Jacquet, C., Carraro, L., Altermatt, F. 2022. Meta-ecosystem dynamics drive the spatial distribution of functional groups in river networks. *Oikos*, 2022. https://doi.org/10.1111/oik.09372

- Jung, K., Kaiser, S., Böhm, S., Nieschulze, J., Kalko, E. K. V. 2012. Moving in three dimensions: Effects of structural complexity on occurrence and activity of insectivorous bats in managed forest stands. *Journal of Applied Ecology*, 49(2): 523-531. https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2012.02116.x

- Junk, W. J. Bayley, P. B., Sparks, R. E. 1989. The flood-pulse concept in river-floodplain systems. *Special Publication of the Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 106: 110-127.

- Khan, S. M., Page, S., Ahmad, H., Shaheen, H., Harper, D. 2012. Vegetation Dynamics in the Western Himalayas, Diversity Indices and Climate Change. Science Technology & Development (PCST Journal) 31, 232-243.

- Kilroy, B., Windell, K. 1999. Tree Girdling Tools. In: *Small Area Forestry Equipment*. Missoula: United States Dept. of Agriculture–Forestry Service. 38 pp.

- Klimo, E., Hager, H. 2001. The floodplain forests in Europe: Current situations and perspectives. *European Forest Institute Research* Report 10. Brill, Leiden, the Netherlands. 249 pp.

- Kociolek, A. V., Clevenger, A.P., Clair, C.C., Proppe, D.S. 2011. Effects of Road Networks on Bird Populations. *Conserv. Biol.*, 25: 241–249. https://doi.org/10.1111/J.1523-1739.2010.01635.X

- Kohn, A. J., Pielou, E. C. 1977. Ecological diversity. Limnology and Oceanography, New York. https://doi.org/10.4319/lo.1977.22.1.0174b

- Kondolf, G. M. 1997. Hungry Water: Effects of Dams and Gravel Mining on River Channels. *Environmental Management*, 21, 533-551.

- Kondolf, G. M., Smeltzer, M., Kimball, L. 2002. *White paper: freshwater gravel mining and dredging issues*. Washington Dpts.of Fish and Wildlife, Ecology andTransportation. 122 pp.

- Krauze-Gryz, D., Gryz, J., Goszczyński, J. 2012. Predation by domestic cats in rural areas of central Poland: An assessment based on two methods. *J. Zool*., 288: 260–266. https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2012.00950.x

- Lara, F., Garilleti, R., Calleja, J. A. 2004. *La vegetación de ribera de la mitad norte española*. Serie Monografías. Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas del CEDEX, Madrid. 536 pp.

- Latham, J., Collen, B., McRae, L., Loh J. 2008. *The living planet index for migratory species: an index of change in population abundance*. Final Report for the Convention on the Conservation of Migratory Species, London.

- Le Roux, D. S., Ikin, K., Lindenmayer, D. B., Manning, A. D., Gibbons, P. 2015. Single large or several small? Applying biogeographic principles to tree-level conservation and biodiversity offsets. *Biological Conservation*, 191: 558-566. https://doi.org/10.1016/ j.biocon.2015.08.011

- Leal, V., Costa, T., Silva, A., 2017. A Forest Growth Dynamic Indicator. *Journal of Environmental Science and Engineering*, A (6): 68-84. https://doi.org/10.17265/2162-5298/2017.02.003

- Lewis, J. C. 1998. Creating snags and wildlife trees in commercial forest landscapes. Ojectives. *West. J. Appl. For*., 13(3): 97□101. https://doi.org/10.1093/wjaf/13.3.97

- Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S., De Poorter, M. 2000. *100 of the World's Worst Invasive Alien Species. A selection from the Global Invasive Species Database*. The Invasive Species Specialist Group (ISSG) Species Survival Commission (SSC) World Conservation Union (IUCN), 12 pp.

- Lutz J. A., Furniss T. J., Johnson D. J., Davies S J. et al. 2018. Global importance of large-diameter trees. *Global Ecol. Biogeogr*., 27: 849-864. https://doi.org/10.1111/geb.12747

- Maes, J. 2010. *Freshwater biodiversity Status, trends, pressures and challenges*. European Commission and Institute for Environment and Sustainability.

- Mag, Z., Ódor, P. 2015. The effect of stand-level habitat characteristics on breeding bird assemblages in Hungarian temperate mixed forests. *Community Ecology*, 16: 156–166. https://doi.org/10.1556/168.2015.16.2.3

- Magnér, J. 2017. *Girdling as a method to create dead wood and favour development of old oaks (Quercus spp.).* Department of Biological and Environmental Sciences. Univesrity of Gothenburg.

- MAGRAMA 2013. *Protocolo de muestreo y laboratorio de fauna bentónica de invertebrados en ríos vadeables.* (ML-Rv-I-2013). A. y M. A. Ministerio de Agricultura, S. G. Técnica & C. de Publicaciones (eds.). 23 pp.

- Malavoi, J. R., Bravard, J. P., Piégay, H., Héroin, E., Ramez, P. 1998. *Détermination de l'espace de liberté des cours d'eau.* Guide Technique n°2, Bassin Rhône Méditerranée Corse, DIREN Rhône-Alpes, 40 pp.

- Mao, L., Bertoldi, W., Comiti, F., Gurnell, A., Osei, N., McLelland, S., Murphy, B., Ravazzolo, D., Tal, M., Thomas, R., Welber, M., Zanella, S. 2014, The morphodynamic impact of vegetation and large wood on fluvial systems. Proceedings of the HYDRALAB IV Joint User Meeting, Lisbon, July 2014.

- Marczak, L., Thompson, R., Richardson, J. 2007. Meta-analysis: Trophic level, habitat, and productivity shape the food web effects of resource subsidies. *Ecology*., 88: 140-8. https://doi.org/10.1890/0012-9658(2007)88[140:MTLHAP]2.0.CO;2

- Marleau, J. N., Peller, T., Guichard, F., Gonzalez, A. 2020. Converting ecological currencies: Energy, material, and information flows. *Trends in Ecology & Evolution*, 35(12): 1068-1077. https://doi.org/10.1016/j.tree.2020.07.014

- Mate, I., Barrull, J., Salicrú, M., Ruiz-Olmo, J., Gosàlbez, J. 2013. Habitat selection by Southern wàter vole (*Arvicola sapidus*) in riparian environments of Mediterranean mountain areas: a conservation tool for the species. *Acta Theriol. (Warsz),* 58: 25–37. https://doi.org/10.1007/s13364-012-0090-0

- MCPFE. 1993. *General Guidelines for the Sustainable Management of Forests in Europe. Second Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe*. 16-17 June 1993, Helsinki. 5 pp.

- Merceron, N. R., Lamarque, L. J., Delzon, S., Porté, A. J. 2016. Killing it softly: girdling as an eficient eco friendly method to locally remove invasive Acer negundo. *Ecological Restoration*, 34 (4): 297305. doi: 10.3368/er.34.4.297

- Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. 2010. *Restauración de ríos. Bases de la estrategia nacional de restauración de ríos*. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. Gobierno de España. Madrid. 27 pp.

- Ministerio para la Transición Ecológica. 2019. *Protocolo de caracterización hidromorfológica de masas de agua de la categoria ríos*. Ministerio para la Transición Ecológica. Gobierno de España Madrid. 110 pp.

- Minor, E., Urban, D. 2010. Forest bird communities across a gradient of urban development. *Urban Ecosystems,* 13: 51–71. https://doi.org/10.1007/s11252-009-0103-1

- MN Consultores en Ciencias de la Conservación. 2019. Diagnosis studies of 'Alnus glutinosa' alluvial forests at regional scale and catchment scale [A1 Actions]. LIFE ALNUS: Restoration, conservation and governance of the Alnus alluvial forest in the Mediterranean region [Life16 nat/es/000768].

- MN Consultores en Ciencias de la Conservación. 2020. River basins habitat conservation plans of 'Alnus glutinosa' alluvial forests [A3 Actions]. LIFE ALNUS: Restoration, conservation and governance of the Alnus alluvial forest in the Mediterranean region [Life16 nat/es/000768].

- MN Consultores en Ciencias de la Conservación. 2022. Trabajos de base para la coordinación entre las políticas de biodiversidad y del agua en el Plan de Gestión del Distrito Fluvial de Cataluña 2022-2027 (3er Ciclo de Planificación Hidrológica). Agencia Catalana del Agua, Generalitat de Catalunya. Barcelona.

- MN Consultores, Aqualogy. 2012. Estudis de base i redacció del Pla de l'espai fluvial de la conca del riu Gaià (PEF Gaià). In: Planificació de l'espai fluvial del riu Gaià. Programa PEFCAT (Planificació dels espais fluvials de Catalunya). Agencia Catalana del Agua. Generalitat de Catalunya.

- Molina-Vacas, G., Bonet-Arbolí, V., Rafart-Plaza, E., Rodríguez-Teijeiro, J. D. 2009. Spatial ecology of european badgers (*Meles meles*) in Mediterranean habitats of the north-eastern Iberian peninsula. I: home range size, spatial distribution and social organization. *Vie Milieu*, 59: 223–232.

- Moore, G. M. 2011. Culturally Significant Trees: Treenet Case Study. In: Lawry D, Merrett, B. (eds.). *Proceedings of the Twelfth National Street Tree Symposium*. University of Adelaide/Waite Arboretum, Adelaide. Pp. 117119.

- Moore, G. M. 2013. Ring-barking and girdling: how much vascular connection do you need between roots

and crown? *Proceedings of the 14th National Street Tree Symposium* 2013: 87□96.

- Moore, K. 2008. *Eradicating Eucalyptus, Acacia, and other invasive trees*. Wildland Restoration Team. http://www.wildwork.org/webdocs/Eradicating_Eucalyptus.pdf

- Moorman, C., Russell, K., Sabin, G., Guynn, D. 1999. Snag Dynamics and cavity occurrence in the South Carolina Piedmont. *For. Ecol. Manage*., 118: 37–48. https://doi.org/10.1016/S0378-1127(98)00482-4

- Mori, E., Menchetti, M., Camporesi, A., Cavigioli, L., Tabarelli de Fatis, K., Girardello, M. 2019. License to Kill? Domestic Cats Affect a Wide Range of Native Fauna in a Highly Biodiverse Mediterranean Country. *Front. Ecol. Evol*., 7. https://doi.org/10.3389/FEVO.2019.00477

- Mori, P., Pelleri F. (eds.). 2014. *Silviculture for sporadic tree species. Extended summary of the technical manual for tree-oriented silviculture proposed by the LIFE+ project and PProSpoT*. Compagnia delle Foreste, Arezzo. Online English version: http://www.pprospot.it/english-products.htm

- Munné, A., Prat, N., Solà, C., Bonada, N., Rieradevall, M. 2003. A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index. Aquatic conservation: *Marine and freshwater ecosystems*, 13: 147-163. https://doi.org/10.1002/aqc.529

- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A., Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, Feb 24; 403(6772): 853-8. doi: 10.1038/35002501. PMID: 10706275

- Naiman, R. J., DéCamps, H. 1997. The ecology of interfaces: Riparian zones. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 28: 621-658. https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.28.1.621

- Naiman, R. J., DéCamps H, McClaim, M. E. 2005. *Riparia: Ecology, Conservation, and Management of Streamside Communities*. New York: Wiley. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-663315-3.X5000-X

- Nicholls, B. A., Racey, P. 2006. Habitat selection as a mechanism of resource partitioning in two cryptic bat species *Pipistrellus pipistrellus* and *Pipistrellus pygmaeus*. *Ecography*, 29(5): 697-708. https://doi.org/10.1111/j.2006.0906-7590.04575.x

- Ober, H. K., Hayes, J. P. 2008. Influence of Vegetation on Bat Use of Riparian Areas at Multiple Spatial Scales. *Journal of Wildlife Management*, 72 (2): 396-404. https://doi.org/10.2193/2007-193

- Observatori del Paisatge. 2010. *Paisatge i participació ciutadana. L'experiència dels Catàlegs del Paisatge a Catalunya*. Olot.

- Ollero, A. 2007. *Territorio fluvial. Diagnóstico y propuesta para la gestión ambiental y de riesgos en el Ebro y los cursos bajos de sus afluentes*. Bakeaz y Fundación Nueva Cultura del Agua, Bilbao. 255 pp.

- Ollero, A., Ballarín, D., Díaz Bea, E., Mora, D., Sánchez Fabre, M., Acín, V., Echeverría, M.T., Granado, D., Ibisate, A., Sánchez Gil, L., Sánchez Gil, N. 2007. Un índice hidrogeomorfológico (IHG) para la evaluación del estado ecológico de sistemas fluviales. *Geographicalia*, 52: 113-141.

- Ollero, A., Ballarín, D., Díaz, E., Mora, D., Sánchez, M., Acín, V., Echeverría, T., Granado, D., González, A., Sanchez Gil, L., Sanchez Gil, N., 2008. IHG: Un índice para la valoración de sistemas fluviales. *Limnetica*, 27, 171–188. doi.org/10.23818/limn.27.14

- Opperman, J. J., Meleason, M., Francis, R. A., Davies-Colley, R. 2008. "Livewood": Geomorphic and Ecological Functions of Living Trees in River Channels. *Bioscience*, 58 (11): 1069-1078. https://doi.org/10.1641/B581110

- Oró, F. 2020. Efecte de l'estructura del bosc de ribera i la matriu paisatgística adjacent en les comunitats de ratpenats al nord est de Catalunya. Treball final de grau en Biologia. Universitat de Vic-Universitat Central de Catalunya. www.alnus.eu

- Pacheco, J. 2010. *Guies breus de participació ciutadana, 1 Guia de disseny d'espais deliberatius per a la participació ciutadana*. Generalitat de Catalunya Departament d'Interior Relacions Institucionals i Participació Direcció General de Participació Ciutadana. Barcelona. 24 pp.

- Pardo, I., Alvarez, M., Casas, J., Moreno, J. L. Vivas, S., Bonada, N., Alba-Tercedor, J., Jaimez-Cuellar, P., Moya, G., Prat, N., Robles, S., Suarez, M. L, Toro, M., Vidal-Abarca, M. R. 2002. El habitat de los rios mediterraneos. Diseño de un indice de diversidad de habitat. *Limnetica,* 21 (3–4): 115–133.

- Parés, M. (ed.). *Participación y Calidad Democrática*. 2009. Editorial Ariel. Barcelona: 2009.

- Pascual, R., Nebra, A., Gomà, J., Pedrocchi, C., Cadiach, O., García, G., Solé, J. 2020. First data on the biological richness of Mediterranean springs. *Limnetica*, 39, 121–139. https://doi.org/10.23818/limn.39.09

- Pauwels, J., Le Viol, I., Azam, C., Valet, N., Julien, J. F., Bas, Y., Kerbiriou, C. 2019. Accounting for artificial light impact on bat activity for a biodiversity-friendly urban planning. Landscape and Urban Planning, 183: 12–25. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.08.030

- Poff, N. L. 1997. Landscape Filters and Species Traits: Towards Mechanistic Understanding and Prediction in Stream Ecology. *Journal of the North American Benthological Society,* 16 (2): 391–409.

- Poff, N. L., Allan, J. D., Bain, M. B., Karr, J. R., Prestegaard, K. L., Richter, B. D., Sparks, R. E., Stromberg, J. C. 1997. The Natural Flow Regime. *BioScience*, 47(11): 769–784. https://doi.org/10.2307/1313099

- Pons, X. 2004. *MiraMon. Sistema d'Informació Geogràfica i software de Teledetecció*. CREAF. Bellaterra.

- Prat, N., Munné, A., Rieradevall, M., Solà, C., Bonada, N. 2000a. *ECOSTRIMED. Protocol per determinar l'estat ecològic dels rius mediterranis. Estudis de la qualitat ecològica dels rius*. Diputació de Barcelona, Àrea de Medi Ambient. Barcelona. 44 pp.

- Prat, N., Rieradevall, M., Solà, C., Bonada, N. 2000b. *ECOSTRIMED. Protocol per deteminar l'estat ecològic dels rius mediterranis.* Diputació de Barcelona, Àrea de Medi Ambient. Barcelona. 44 pp.

- Priestley, S. 2004. *The effects of Girdling and Ringbarking on Young Trees: a Preliminary Study*. Industry Project Report, University of Melbourne, Burnley Campus.

- Prodon, R., Lebreton, J. D. 1981. Breeding Avifauna of a Mediterranean Succession: The Holm oak and Cork Oak Series in the Eastern Pyrenees, 1. Analysis and Modelling of the Structure Gradient. *Oikos*, 37, 21. https://doi.org/10.2307/3544069

- Prosilva. 2012. *Principles Applied to the Mediterranean Forests*. PRO SILVA EUROPE.

- R Core Team. 2019. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. https://www.R-project.org/

- Raven P. J., Holmes N. T. H., Dawson F. H., Everard, M. 1998. Quality assessment using River Habitat Survey data. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 8: 477-499. https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-0755(199807/08)8:4<477::AID-AQC299>3.0.CO;2-K

- Raven, P.H., Evert, R.F., Eichhorn, S.E. 2005. *Biology of Plants*. 7th Ed. W.H.Freeman and Company, New York.

- Reque, J. A., Bravo, F. 2007. Viability of thinning sessile oak stands by girdling. *Forestry*, 80 (2): 193199. https://doi.org/10.1093/forestry/cpm003

- Ricciardi, A., Rasmussen, J. B. 1999. Extinction rates of North American freshwater fauna. *Conservation Biology*, 13 (5): 1220-1222. doi:10.1046/j.1523-1739.1999.98380.x

- Riis, T., Kelly-Quinn, M., Aguiar, F.C., Manolaki, P., Bruno, D., Bejarano, M. D., Clerici, N., Fernandes, M. R., Franco, J. C., Pettit, N., Portela, A. P., Tammeorg, O., Tammeorg, P., Rodríguez-González, P. M., Dufour, S. 2020. Global overview of ecosystem services provided by riparian vegetation. *Bioscience*, 70: 501-514. https://doi.org/10.1093/biosci/biaa041

- Rosalino, L. M., Santos-Reis, M. 2002. Feeding habits of the common genet *Genetta genetta* (*Carnivora: Viverridae*) in a semi-natural landscape of central Portugal. *Mammalia*, 66: 195-205. https://doi.org/10.1515/mamm.2002.66.2.195

- Rotchés-Ribalta, R., Mañas, S., Pino, J. 2021. *Manual de Valoració i Priorització d'Actuacions de Gestió d'Espècies Exòtiques Invasores, versió 2021*. CREAF, Generalitat de Catalunya. 17 pp.

- Rotchés-Ribalta, R., Pino, J. 2021. *Manual per a l'Anàlisi de Riscos d'espècies exòtiques per a plantes, animals terrestres i animals aquàtics, versió 2021*. CREAF, Generalitat de Catalunya. 18 pp.

- Ruiz de la Torre, J. 2006. *Flora mayor*. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Dirección General para la Biodiversidad. Madrid. 1757 pp.

- Ruiz-Capillas, P., Mata, C., Malo, J. E. 2013. Road verges are refuges for small mammal populations in extensively managed Mediterranean landscapes. *Biol. Conserv*., 158: 223-229. https://doi.org/10.1016/J.BIOCON.2012.09.025

- Ruiz-Villanueva, Díez-Herrero, A. Bodoque, J. M., Bladé, E. 2014. Large Wood in rivers and its influence on flood hazard. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 40 (1): 229-246.

- Sabo, J. L., Hagen, E. M. 2012. A network theory for resource exchange between rivers and their watersheds. *Water Resources Research*, 48. https://doi.org/10.1029/2011WR010703

- Sala, O. E., Chapin, F. S., Armesto, J. J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber-Sanwald, E., Huenneke, L. F., Jackson, R. B., Kinzig, A. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287: 1770–1774. DOI: 10.1126/science.287.5459.1770

- Santos, M. J., Santos-Reis, M. 2010. Stone marten (*Martes foina*) habitat in a Mediterranean ecosystem: Effects of scale, sex, and interspecific interactions. *Eur. J. Wildl. Res*., 56: 275-286. https://doi.org/10.1007/s10344-009-0317-9

- Schlesinger, W. H., Bernhardt, E. S. 2013. *Biogeochemistry: an Analysis of Global Change*. Academic press, Waltham, MA, USA, 672 pp.

- Schulz, R., Bundschuh, M., Gergs, R., Brühl, C. A., Diehl D., Entling, M. H., Fahse, L., Frör, O., Jungkunst, H. F., Lorke, A., Schäfer, R. B., Schaumann, G. E., Schwenk, K. 2015. Review on environmental alterations propagating from aquatic to terrestrial ecosystems. *Sci Total Environ*., Dec 15; 538: 246-61. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.08.038

- Secretaria d'Acció Climàtica. 2023. *Exocat: Base de dades de les espècies invasores a Catalunya*. Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural. Generalitat de Catalunya.

- Sedgeley, J. A., O'Donnell, C. F. J. 1999. Factors influencing the selection of roost cavities by a temperate rainforest bat (*Vespertilionidae: Chalinolobus tuberculatus*) in New Zealand. *Journal of Zoology*, 249(4): 437-446. https://doi.org/10.1017/S0952836999009838

- Sergio, F., Caro, T., Brown, D., Clucas, B., Hunter, J., Ketchum, J., McHugh, K., Hiraldo, F. 2008. Top predators as conservation tools: Ecological rationale, assumptions, and efficacy. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst*., 39: 1-19. https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.39.110707.173545

- SF, Servicio de Sanidad Forestal y Equilibrios Biológicos. 2012. *Manual red de nivel I*. Red de seguimiento a gran escala de daños en los montes. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Gobierno de España. 69 pp.

- Silveira, L., Jácomo, A. T. A., Diniz-Filho, J. A. F. 2003. Camera trap, line transect census and tracksurveys: A comparative evaluation. *Biol. Conserv*., 114: 351-355. https://doi.org/10.1016/S0006-3207(03)00063-6

- Smallidge, P. 2017. To Girdle or to Fell–That is the Question? *The Overstory,* 27(3): 1□2.

- Smith, D. A., Gehrt, S. D. 2010. Bat Response to Woodland Restoration within Urban Forest Fragments. *Restoration Ecology*, 18(6), 914.923. https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2009.00538.x

- Soler, A. 2021. *Study of the mammals community in the riparian forests of Catalonia*. Treball final del màster en Ecologia terrestre i gestió de la biodiversitat. Universitat Autònoma de Barcelona. www.alnus.eu

- Sostoa, A. de, Caiola, N., Casals, F., García-Berthou, E., Alcaraz, C., Benejam, Ll., Maceda, A., Solà, C., Munné, A. 2012. *Ajust de l'Índex d'Integritat Biòtica (IBICAT) basat en l'ús dels peixos com a indicadors de la qualitat ambiental als rius de Catalunya*.

- Stanford, J., Lorang, M., Hauer, F. 2005. The shifting habitat mosaic of river ecosystems. Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte *Limnologie*, 29: 123-136. 10.1080/03680770.2005.11901979

- Stelzer, H. 2006. Removing unwanted trees from your woodland: Part I. *Green Horizons*, 10(1). http://agebb.missouri.edu/agforest/archives/v10n1/gh1.htm

- Stevens, L., Johnson, R., Estes, C. 2020. The watershed continuum: A conceptual fluvial-riparian ecosystem model. In: Johnson R.R., Carothers S.W., Finch DM., Kingsley K.J., Stanley J.T. (eds). *Riparian Research and Management: Past, Present, Future*. Ft. Collins: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 80-137 pp.

- Stevens, L., Johnson, R., Estes, C. 2022. Characteristics and Process Interactions in Natural Fluvial–Riparian Ecosystems: A Synopsis of the Watershed-Continuum Model. In: *River Basin Management - Under a Changing Climate* DOI: 10.5772/intechopen.107232

- Strahler, A., N. 1994. *Geografia Física*. Barcelona, Omega. 629 pp.

- Tachet, H., Usseglio-Polater, P. Richoux, P., Bournaud, M. 2000. *Invertébrés d'eau douce. systématique, biologie, écologie*. CNRS Editions (ed.). Paris. 607 pp.

- Taiz, L., Zeiger, E. 2002. *Plant Physiology*, 3rd Ed, Sinauer and Associates, Sunderland. 699 pp.

- Thom D., Rammer W., Seidl R. 2017. Disturbances catalyze the adaptation of forest ecosystems to changing climate conditions. *Global Change Biology*, 23: 269-282. https://doi.org/10.1111/gcb.13506

- Thorp, J., Delong, M. 1994. The Riverine Productivity Model: An Heuristic View of Carbon Sources and Organic Processing in Large River Ecosystems. *Oikos*, 70: 305-308. https://doi.org/10.2307/3545642

- Thorp, J. H., Thoms, M. C., Delong M. D. 2008. *The riverine ecosystem synthesis: toward conceptual cohesiveness in river science*. 1st ed., Amsterdam, Boston: Academic Press. 232 pp.

- Tierno de Figueroa, J. M., López-Rodríguez, M. J., Fenoglio, S., Sánchez-Castillo, P., Fochetti, R. 2013. Freshwater biodiversity in the rivers of the Mediterranean Basin. *Hydrobiologia*, 719: 137-186. https://doi.org/10.1007/s10750-012-1281-zÇ

- Tockner, K., Bunn, S., Gordon, C., Naiman, R., Quinn, G., Stanford, J. 2008. Floodplains: critically threatened ecosystems. In: Polunin, N.V.C. (ed.). *Aquatic Ecosystems. Trends and Global Prospects.* Cambridge University Press, pp. 45–61.

- Tockner, K., Malard, F., Ward, J. V. 2000. An extension of the flood pulse concept. *Hydrological Processes*,14: 2861-2883. https://doi.org/10.1002/1099-1085(200011/12)14:16/17<2861::AID-HYP124>3.0.CO;2-F

- Tockner, K., Stanford, J. A. 2002. Riverine flood plains: present state and future trends. *Environmental Conservation*, 29: 308-330. https://doi.org/10.1017/S037689290200022X

- Tockner, K., Ward, J. V., Edwards, P. J., Kollmann, J. 2002. Riverine landscapes: An introduction. *Freshwater Biology*, 47: 497-500.

- Tusell, J. M., Mundet, R. 2008. *Gestió silvícola del pollancre. Manual didàctic.* Consorci Forestal de Catalunya. 32 pp.

- UICN. 2022. *Freshwater and water security*. https://www.iucn.org/theme/water/our-work/thematic-work/freshwater-biodiversity

- Valor, T., Camprodon, J., Buscarini, S., Casals, P. 2020. Drought-induced dieback of riparian black alder as revealed by tree rings and oxygen isotopes. *Forest Ecology and Management*, 478. doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118500. www.alnus.eu

- Vannote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R., Cushing, C. E. 1980. The river continuum concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci*., 37: 130-137. https://doi.org/10.1139/f80-017

- Vayreda, J., Comas, Ll., Guinart, D., Solórzano, S., Grau, J. 2022. *Manual de bones pràctiques forestals en espais fluvials. Parc Natural i Reserva de la Biosfera del Montseny*. LIFE Trito Montseny. 47 pp.

- Vericat, D., Batalla, R. J. 2012. Mesura i mostreig de variables geomorfològiques, *Quaderns DMACS*, 38. Lleida. http://hdl.handle.net/10459.1/71034

- Vezza, P., Parasiewicz, P., Rosso, M., Comoglio, C. 2011. Defining minimum environmental flows at regional scale: application of mesoscale habitat models and attachments classification. *River Research and Applications*, 28 (6):717-730. DOI:10.1002/rra.1571

- Vonhof, M. J., Gwilliam, J. C. 2007. Intra- and interspecific patterns of day roost selection by three species of forest-dwelling bats in Southern British Columbia. *Forest Ecology and Management*, 252 (1-3): 165-175. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.06.046

- Vörösmarty, C. J., McIntyre, P. B., Gessner, M. O., Dudgeon. D., Prusevich, A., Green, P., Glidden, S., Bunn, S., Sullivan, C. A., Liermann, C. R., Davies, P. M. 2010. Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature,* 467: 555–561.

- Ward, J. V. 1989. The Four-Dimensional Nature of Lotic Ecosystems. Journal of the North American. *Benthological Society*, 8(1): 2-8. https://doi.org/10.2307/1467397

- Werritty, A 1997. *Short term changes in channel stability. Applied fluvial geomorphology for river engineering and management*. Wiley, Chichester. Pp. 47-65.

- Willoughby, I. H., Stokes V. J., Connolly, T. 2017. Using Ecoplugs containing glyphosate can be an effective method of killing standing trees. *Forestry*, 90: 719727. https://doi.org/10.1093/forestry/cpx028

- Wohl, E. 2016. Messy rivers are healthy rivers: The role of physical complexity in sustaining ecosystem processes. *River Flow*, 2016, 24-27.

- Wohl, E., Bledsoe, B. P., Fausch, K. D., Kramer, N., Bestgen, K. R., Gooseff, M. N. 2016. Management of Large Wood in streams: an overview and proposed framework for hazard evaluation. *Journal of the American Water Resources Association (JAWRA)*. https://doi.org/10.1111/1752-1688.12388

- Wu, H., Franklin, S.B., Liu, J., Lu, Z. 2017. Relative importance of density dependence and topography on tree mortality in a subtropical mountain forest. *Forest Ecology and Management*, 384: 169-179.

- WWF. 2020. *Living Planet Report 2020 - Bending the curve of biodiversity loss*. Almond, R.E.A., Grooten M. and Petersen, T. (Eds). WWF, Gland, Switzerland. 83 pp.

- Yates, A., Bailey R. 2006. The stream and its altered valley: Integrating landscape ecology into environmental assessment of agro-ecosystems. *Environmental monitoring and assessment*, 114: 257-271.

- Zippin, C. 1958. The Removal Method of Population Estimation. *The Journal of Wildlife Management,* 22 (1): 82.

Parella de bernats pescaires (*Ardea cinerea*) al seu niu en una verneda. Riu Ter, Torelló / Foto: Jordi Bas.

Colònia d'ardèids en una verneda al riu Ter, Torelló / Foto: Jordi Bas.

LIFE ALNUS

Life

NATURA 2000