

RESTAURACIÓ DE CONQUES FLUVIALS

Helgard Zeh

Enginyera diplomada planificadora de paisatges
La bioenginyeria en l'estabilització de ribes, exemples de Suïssa

Divisió

1. Bioenginyeria i obres hidràuliques pròximes a la natura

- 1.1 Direcció de línies
- 1.2 El desnivell
- 1.3 El fons
- 1.4 La profunditat de l'aigua
- 1.5 El perfil de circulació
- 1.6 Configuració de la riba

2. Formes de construcció de la bioenginyeria

- 2.1 Formes de construcció herbàcies
- 2.2 Formes de construcció llenyoses
- 2.3 Formes de construcció combinades

3. Recuperacions, exemples

- Thur, Emme, riera de Magden
- 12 anys de seguiment de la construcció del Worble
- Rieres petites
- Enz

La bioenginyeria en l'estabilització de ribes, exemples de Suïssa

1. Bioenginyeria i obres hidràuliques pròximes a la natura

Aplicar la bioenginyeria en les ribes dels rius significa utilitzar materials de construcció vius com llavors, parts de plantes i comunitats vegetals en la riba de manera que es puguin aconseguir els objectius tècnics, ecològics, creatius i econòmics.

Per a això, cal saber reconèixer les múltiples utilitats de les plantes i integrar-les en altres mesures tècniques de les obres hidràuliques.

Des de fa uns quants anys, les obres hidràuliques pròximes a la natura han tornat a guanyar importància enfront de la protecció tècnica contra les crescudes. A casa nostra, a Suïssa, en totes les intervencions en aigües corrents, la llei ordena que els treballs siguin pròxims a la natura. Això significa, a part de la protecció passiva contra les crescudes com la retenció i la infiltració: la prohibició de superfícies de desbordament, d'augmentar els perfils de desguàs i, només després d'haver exhaurit tot l'instrumental de protecció passiva contra les crescudes, una intervenció activa en l'ampliació de la sèquia.

Si s'ha de construir, llavors s'han de crear hàbitats variats que siguin atractius per a l'autocolonització de plantes i animals. Els planificadors, els enginyers, les empreses constructores i altres realitzadors es deixen guiar en aquest cas pels objectius d'un espai aquàtic viu:

1. Respectar totes les restes de natura encara existents
2. Mesures de protecció passiva determinades per un pla
3. Recuperacions de les aigües corrents

L'ampliació de les aigües corrents i les millores posteriors s'haurien de crear de la manera següent:

1.1 Direcció de línies

Per protegir l'harmonia del paisatge i la multitud de formes en l'aspecte biològic, s'ha de tenir en compte al màxim el curs natural preexistent de les aigües corrents.

Els traçats amb línies rectes i les excavacions acceleren el desguàs i poden produir unes conseqüències no desitjades com un gran desnivell, més velocitat i més força d'arrossegament. Per aquest motiu, potser s'hauria d'escollir una direcció de línies que s'adapti a les condicions del terreny. En cas de corrents d'aigua al llarg de carreteres, s'ha de procurar que les aigües obstruïdes no segueixin rectilíniament els talussos de la carretera sinó que tinguin un lleuger serpenteig. De vegades, els propietaris dels terrenys permeten que en antigues sèquies canalitzades es creï addicionalment una direcció de línies més variada i que es tornin a obrir aigües estancades.

1.2 El desnivell

En cada sèquia s'ha d'intentar aconseguir el desnivell amb què el fons obtingui un estat d'equilibri dinàmic i faci possible les millors condicions per a un desenvolupament de les plantes i animals. Els desnivells massa forts poden ser interromputs amb petites rampes i escalons als fons. També es pot aconseguir frenar les velocitats de l'aigua mitjançant un material rugós a les ribes, pals clavats verticalment i alguns blocs de pedra. Les caigudes verticals han de ser menors a 70 cm d'alçària en aigües corrents grans i menors a 30 cm en aigües corrents petites, per fer possible la pujada riu amunt dels animals aquàtics. El millor és, naturalment, que no hi hagi cap caiguda.

Les velocitats del corrent de 0,5 a 1,0 m/seg són les més favorables en l'aspecte hidrobiològic i per a l'abundància de peixos. Les aigües dels afluents haurien de desembocar amb el mateix nivell de fons per afavorir els animals aquàtics migratoris.

1.3 El fons

El fons de les aigües té una importància biològica molt gran. El fons de les aigües corrents és la zona de colonització de moltes plantes i animals. S'ha de fomentar el millor intercanvi possible entre l'aigua del fons i la de la superfície.

1.4 La profunditat de l'aigua (aigües baixes)

La profunditat de l'aigua influeix en la penetració de la llum i, en conseqüència, en l'escalfament i en la producció vegetal. Per motius d'un metabolisme òptim en les aigües, no es pot renunciar a zones poc profundes i ben il·luminades, perquè contribueixen notablement a l'autoneteja biològica. D'una altra banda, l'aigua no s'hauria d'escalfar massa perquè aleshores els processos de descomposició serien massa ràpids i això podria provocar una manca d'oxigen. Per tant, s'ha d'intentar aconseguir que en la profunditat de l'aigua hi hagi irregularitats.

1.5 El perfil de circulació

L'elecció correcta de l'amplària del fons i, en conseqüència, del perfil de circulació té una importància especial en l'aspecte tant biològic com tècnic. L'amplària del fons depèn en principi del cabal normal d'aigua de manera que fins i tot amb aigües baixes s'hauria de garantir una profunditat suficient de l'aigua.

Els perfils sobredimensionats amb petites quantitats d'aigua no són naturals. A més, el desguàs de les aigües s'ha de realitzar de manera que el fons tingui més profunditat almenys a la riba còncava. D'aquesta manera, els perfils transversals canvien segons les circumstàncies de cada lloc així com les amplàries de la sèquia. Si les necessitats de les defenses contra les crescudes encara són més grans que aquestes dimensions de perfil, aleshores s'han d'escollir perfils dobles de tal manera que es pugui renunciar a perfils trapezoïdals avorrits.

1.6 Configuració de la riba

Les obres de protecció al llarg de la riba haurien de constituir, a més de la seva importància per a la protecció contra l'erosió i les crescudes, unes zones de colonització el màxim de favorables possible per a una societat viva d'animals i plantes amb abundància d'espècies. Com més rugosa i porosa sigui la consolidació de la riba, més gran serà la densitat d'espècies i la densitat de colonització dels éssers vius. Gràcies a això s'augmenta la força d'autoneteja de les aigües corrents i es manté l'intercanvi amb l'aigua del fons. Les consolidacions de la riba amb més vida són clarament les formes de construcció de la bioenginyeria.

2. Formes de construcció de la bioenginyeria

Les formes de construcció de la bioenginyeria estableixen les ribes contra l'erosió i les esllavissades per mitjà de plantes i parts de plantes vives.

2.1 Formes de construcció herbàcies

Es fan amb plantes herbàcies que no lignifiquin.

En els llocs en què no fa gaires anys hauríem sembrat les ribes, actualment som de l'opinió de confiar en l'autocolonització de les superfícies obertes i cedides a la dinàmica de les aigües corrents.

Però en els llocs en què les condicions de les crescudes poguessin provocar unes erosions intolerables, les ribes es planten amb herbàcies, per ex. amb herbes autòctones tallades o amb pans d'arrels de canyes.

En la plantació de tiges de canyes procurem assegurar abans la riba convexa amb productes geotèxtils, per ex. cocos. En uns clots perforats prèviament es fiquen les tiges de canya en feixos.

Els rizomes de canya o les parts de vegetació de societats de canyes autòctones, que habitualment es presenten de forma natural en obres de construcció, es revesteixen amb productes geotèxtils i es fixen en la línia de la riba d'aigües baixes. Els teixits seran travessats pel creixement i es descompondran amb facilitat quan les plantes hagin crescut.

2.2 Formes de construcció llenyoses

Es fan amb plantes llenyoses en estat viu (sense mitjans auxiliars morts).

La forma de construcció llenyosa més senzilla consisteix en plançons de vimetera, més concretament, pals de braços gruixuts que es claven en la riba en punts aïllats (de vegades combinats amb productes geotèxtils).

Les branques de vimetera lligades longitudinalment produeixen feixines que són marcades amb estaquetes en la riba i que creixen formant una vora de vimeteres.

Posades les unes sobre les altres diverses vegades i amb capes de matolls entre les feixines, a casa nostra, a Emmental, en diem gronxadors de vimetera (Weidenwippen).

Si les branques de vimetera s'estenen per sobre del talús, es fixen amb barres i es carreguen als peus amb feixines, enfeixinades, fusta o pedres, llavors se'n diu a tot el món capa de limbe. Les capes de matolls ficades enrere del talús de la riba i sobresortint de la terra estableixen el sòl en profunditat, així es poden consolidar ribes altes i abruptes, com per ex. un pendent amb perill d'allaus en el curs superior de l'Aare al Grimselpaß.

En la construcció de matolls enreixats treballem amb la dinàmica de les aigües corrents. Les branques de tota mena fixades són omplertes amb material fi en la creixuda següent de manera que es formen bermes en les aigües mitjanes amb capacitat d'autocolonització.

Una mica més intensivament, s'agafen traçats de ribes amb feixinades i arbres sencers, sempre que sigui possible combinat amb vimeteres, de manera que el traçat creixi el màxim de ràpid possible. En cas de catàstrofes, a Emmental s'hi continuen afegint arbres rugosos, la fixació s'estudia en cursets dels bombers. Es fixa branquem d'abet roig o arbres frondosos amb branques longitudinalment o transversalment en la riba per oferir una protecció provisional. Combinat també amb vimetera es pot desenvolupar una protecció permanent.

2.3 Formes de construcció combinades

Es produeixen amb plantes vives i mortes i amb mitjans auxiliars tècnics.

En els llocs en què només amb plantes no sigui suficient per a la consolidació de la riba, les combinem amb fusta, pedres, filferro o productes geotèxtils.

A la riba es construeixen longitudinalment o esglaonadament les tradicionals caixes de fusta combinades amb capes de matolls per a llindar de fusta verda *</EM< em em<>*.

Per a ribes més altes i abruptes és més apropiat un enreixat inclinat generalment combinat amb capes de matolls d'esbarzer.

Com que a sota l'aigua sovint s'ha d'estabilitzar amb material mort, abans de poder continuar en la línia d'aigües mitjanes amb les construccions amb vida, des de temps antics es posen feixines submergibles en les socavacions. Estan fetes amb branques grosses i primes i al nucli amb pedres, de vegades estan revestides amb productes geotèxtils i es fixen bé amb estaques.

En els rius pedregosos, les feixines submergibles es substitueixen per cilindres de grava amb filferro que són coberts amb vegetals a la línia de les aigües mitjanes. Al cap de 30 anys hi creixen vimeteres magnífiques amb cortines d'arrels.

Des de que hi ha productes geotèxtils de fibres naturals, les nombroses formes de construcció vives es poden reforçar. Formant estores de protecció del talús es fixen, per ex., amb plançons i es deixa que la superfície es cobreixi de vegetals sola.

Els productes geotèxtils submergits combinats amb tota mena de plantes o capes de matolls permeten fins i tot una seguretat inicial combinada amb un assegurament de la profunditat. La cobertura vegetal d'estabilitzacions de pedres amb plançons o plantes en contenidors va ser practicada per Schiechtl 20 anys enrere a l'Inn. Si pot ser, nosaltres variem les pedres grosses a baix i petites a dalt i deixem que s'autocolonitzin.

Quan vam començar a corregir els errors del nostre enginyer predecessor, com per ex. ribes de pedra massa rectes, les vam transformar (fa 8 anys) en plataformes de pedra obliqües i vam consolidar els espais intermedis d'acord amb la bioenginyeria.

Després vam construir plataformes enfeixinades amb vimeteres i vam quedar contents de la dinàmica de l'espai intermedí no consolidat.

Els enfeixinats triangulars o plataformes d'ala delta poden desviar el curs del riu en una riba còncava o afavorir el procés de sedimentació en una riba convexa (al Rin).

Amb feixines i capes de matolls i plataformes construïdes amb grava menuda del Rin es converteixen en desviadors perfectes del corrent.

Amb el temps, les plataformes dels ecòlegs també han estat descobertes pels buscadors de lleure, les aigües corrents s'han tornat satisfactòries i l'àrea de la riba està estructurada.

3. Recuperacions

Ara un parell d'exemples de recuperacions en què es van aplicar mètodes de les obres hidràuliques pròximes a la natura així com de la bioenginyeria.

En el Thur s'intenta des de fa anys donar més espai al riu. Les superfícies havien de ser reconquerides per a l'agricultura, per permetre que es tornés a formar l'autocolonització o la dinàmica de la prada.

Vist des de l'aire sembla molt petit, al mig del canal de l'Emme que s'estén longitudinalment, és l'anomenat Emme-Birne. Es tracta d'un eixamplament entre els dics de protecció contra les crescudes on es van eliminar les estabilitzacions de pedres i es va alliberar el riu del recorregut més curt. S'han tornat a formar ribes interrompudes i zones amb formacions de sorra. Només les plataformes desvien el curs alliberat.

Totes les caigudes, que havien de ser sanejades urgentment, van ser transformades en fons en rampa localment corbats de manera que els peixos poden tornar a migrar de baix a dalt.

Això també tenia repercussions energètiques en cas de crescudes, a l'esquerra el cilindre base en la caiguda i a la dreta la destrucció de l'energia en la rampa.

Després de 10 anys d'activitats de construcció, ara, totes les 20 caigudes de la riera de Magden (una riera lateral del Rin) han estat convertides en rampes que permeten el pas als peixos.

Quan el salmó torni a arribar a Basilea, s'alegrarà de trobar un nou lloc on migrar riera amunt.

Fins i tot dins de les poblacions es van trobar solucions per transformar les caigudes en rampes favorables per als peixos.

Ara m'agradaria descriure un exemple en què vaig treballar 12 anys des de les primeres idees de planificació fins al manteniment de les aigües que tornen a tenir vida.

El Worble ve d'una regió agrària i corre ben estret a través d'una àrea urbanitzada. El motiu per a l'ampliació d'1 km del Worble eren el soterranis plens en totes les crescudes, fins el punt que les companyies d'assegurances no volien continuar pagant. Fa 12 anys van aparèixer els primers projectes d'ampliar la capacitat de la riera d'un màxim de 15 m³/seg. a 35 m³/seg. En el transcurs de l'any es va anar ampliant contínuament el perfil perquè en el curs superior es van ampliar altres rieres i, a conseqüència del desenvolupament de la població, arribava més aigua. O sigui que el Worble va haver de ser dimensionat a 70 m³/seg. i rebaixat en 2,5 - 3 m.

Els objectius de les nostres estabilitzacions eren

1. Estabilitzar el Worble contra les crescudes de manera mai més es desbordés.
2. Construir el Worble de manera pròxima a la natura, tant com ho permetés l'espai estret de dins de les poblacions, protegint la imatge de la població de Scherman.
3. Transformar el Worble en unes aigües corrents amb vida, en zona de refugi per a plantes i animals i per a les persones que busquessin lleure.

Per a aquest projecte de 4 milions de francs van caler autoritzacions a tots els nivells de comunitat, cantó i federal, perquè havia estat reformat molt sovint. Quan finalment 5 anys enrere vam començar a treballar, els enginyers tradicionals d'obres hidràuliques s'havien imposat i van demanar per als dos costats del nou llit una filera triple de pedra de 2 tones de calç dels Alps. La comunitat va aconseguir adquirir terres amb què vaig construir un eixamplament del llit de la riera, que actualment en el parlar popular es diu "Iltigen Beach". Per mitjà de plataformes enfeixinades segons la bioenginyeria es desvia la riera en la riba còncava de manera que es produeixen ràpids i recolzades amb sorra. Enfront vam construir una riba convexa aplanada que jo volia colonitzar amb rizomes de canyar, però va fracassar. Una tempesta de maig va portar 30 cm de còdols i va cobrir els rizomes que acabaven de brotar. Actualment, aquest lloc fa la funció d'un curs natural de la riera. Per sobre de les fileres de pedra demanades vam establir amb capes de limbe o estores de coco i plançons. En la transició cap a les futures societats vegetals més altes vam plantar arbusts i arbres de moltes espècies de les societats forestals de la riba.

La segona etapa de la construcció entre dos ponts ens va permetre la construcció d'una zona de refugi per a la fauna i flora. En aquest lloc es va formar una gran S amb ribes còncaves i convexes. Al mig vam deixar una illa de grava menuda que el mateix Worble pot transformar i que, de fet, el curs mitjà de la riera desplaça de lloc constantment. A les ribes còncaves vam tornar a desviar el curs de la riera amb plataformes enfeixinades mentre que en les ribes convexes les fileres de blocs van ser cobertes i aplanades amb grava menuda. S'havien de colonitzar amb plantes elles mateixes. Al costat de l'illa vaig intentar una plantació de tiges de canya entre teixits de coco que, a causa d'un trencament en les obres durant una crescuda, va ser arrossegada per l'aigua. En una acció d'un dia amb el conductor de l'excavadora vaig torçar la posició de les pedres que havien quedat massa rectes en sortints i entrants o plataformes i recolzades i vaig pujar els blocs com si fossin escalons-seients fins un petit lloc elevat. En aquest punt és possible l'accés a la riera a través del talús abrupte. Enfront vam cobrir una construcció industrial amb gronxadors de vimetera, plantacions i amb [cordes](#) al llarg d'un mur. Un bosquet, que s'havia tret per deixar lloc a una instal·lació de conduccions del clavegueram, va tornar a ser plantat. Vam establir el canal d'aigües amunt que s'havia de conservar amb llindars de fusta verda i embardissades.

La tercera etapa de la construcció quedava molt comprimida entre cases. Els verns que acompanyaven la riba van haver de ser trets perquè el llit havia de col·locar-se 3 m més profund. A part d'això, s'havia de tornar a fer un camí. No va quedar altre remei que portar el camí per una llosa en voladís sobre la riera. Ara, la riera corre mig a l'ombra. Vaig aconseguir una estabilització del canal de les aigües baixes amb construccions de matolls enreixats i feixines a la riba de manera que la riera va i ve sota la llosa. Els peixos ja han acceptat els nínxols ecològics. S'han suprimit totes les caigudes i en el seu lloc s'han posat traves transversals de pedres rugoses.

En el lloc en què torna a haver-hi prou espai per al camí al talús, s'ha de fer espai a l'altra riba per construir el segon carril del tren suburbà. En aquest lloc, una paret d'atalls limita el nou llit de la riera. Actualment, el Worble va i ve entre la paret d'atalls i l'altre costat de la riera atalussada, les aigües mitjanes i baixes entre bermes amb plantacions de bales de canyes i teixits de coco, construccions de matolls enreixats i plataformes enfeixinades. La crescuda de Nadal ja ha dipositat sorra sobre la construcció de matolls enreixats que en el transcurs del pròxim estiu serà colonitzada per tota mena de plantes. Una petita riera lateral desemboca en el Worble a través d'una rampa amb un gual.

En la quarta etapa de la construcció tenim a la dreta la paret d'atalls per al tren i a l'esquerra un terreny davant del dic. En aquest lloc s'havia de crear espai per a les crescudes. Per això vam anar aplanant el material estabilitzant el talús de 5,1 amb un enreixat inclinat amb vida. La berma de les aigües mitjanes ha estat consolidada amb un camí de vimeteres. En el mateix llit de la riera, les bermes de canyar, les construccions de matolls enreixats i les plataformes tornen a provocar el vaivé de l'aigua.

Per últim he elaborat un pla de cura per a aquesta secció de la riera. Ara esperem que el Worble es torni a desenvolupar d'acord amb la seva dinàmica.

Per acabar, encara un parell de recuperacions de petites rieres que en part han estat creades amb la protecció civil i els desocupats i una recuperació d'un riu d'Alemanya a l'Enz.

Voldria acabar amb els requisits de les proteccions contra crescudes que s'imposa la nostra Oficina Federal d'Hydroeconomia:

- Garantir la protecció contra les crescudes amb les mínimes intervencions
- Construir les aigües i ribes de manera que puguin servir d'espai vital a una fauna i flora vàries
- Conservar les interaccions entre les aigües de la superfície i les subterrànies
- Fer possible a les ribes una vegetació adequada a l'hàbitat.

Worb, 14.5.97

&Mac185;N.T. [Lindar](#) de fusta verda és la millor traducció trobada per a Holzgrüschwelle

&Mac178;N.T. El [terme](#) schlinder, podria voler dir també amb cables