

GUÍA DE CAMPO PARA LA RESTAURACIÓN POST-INCENDIO

PENSANDO COMO EL AGUA
PARA REGENERAR PAISAJES



ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	3
PROPÓSITO DE LA GUÍA	6
ESTRUCTURAS DE PIEDRA	8
DIQUE DE UNA PIEDRA ONE ROCK DAM - ORD.....	9
RAMPA DE ROCA ROCK RUNDOWN	12
MEDIA LUNA	15
CUENCO ZUNI ZUNI BOWL	18
DEFLECTOR / BAFFLE BAFFLE.....	21
ESTRUCTURAS DE TRONCOS	24
ALFOMBRA DE TRONCOS LOG MAT.....	25
ESCALONAMIENTO DE TRONCOS LOG STEP-DOWN	28
REJA DE DESBASTE ATRAPA-SEDIMENTOS TRASH RACK.....	31
APEO DE TRONCOS EN CURVA DE NIVEL CONTOUR FELLING	34
MONTONES DE RAMAJE PARA FAUNA WILDLIFE SLASH PILES	37
ZANJAS DE DESVÍO Y DISPERSIÓN CONVEYANCE SWALES / WORM DITCHES	38
GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS	39
REFERENCIAS Y AUTORÍA.....	42
AVISO LEGAL	43

INTRODUCCIÓN

COLABORACIÓN Y AGRADECIMIENTOS

En el espíritu de la restauración ecológica, la educación ambiental y la acción comunitaria, las entidades del suroeste norteamericano Hermit's Peak Watershed Alliance, Albuquerque Wildlife Federation, Bill Zeedyk, Quivira Coalition y Rio Grande Return colaboraron en la creación original de esta guía de restauración de paisajes post-incendio. Este documento se apoya en guías de campo anteriores e incorpora nuevas estructuras necesarias para la recuperación de cuencas hidrográficas tras un incendio forestal.

En 2026, ante los desgarradores incendios que vienen asolando a la península ibérica y otras regiones del sur de Europa, y en este mismo **espíritu de colaboración al servicio de las comunidades locales y el bien común**, estas entidades colaboran desinteresadamente con la Asociación de Agricultura Regenerativa en Iberia, para adaptar y traducir esta valiosa guía de campo, y hacerla llegar a todas las personas y entidades posibles a quienes pueda servir.

Si bien creemos que la colaboración entre organizaciones como estas permite lograr un gran impacto, también sabemos que **proporcionar guías técnicas educativas a quienes custodian el territorio es lo esencial para restaurar nuestros paisajes dañados. Las personas que realizan este trabajo directamente en el territorio**, cuenca por cuenca, son por tanto quienes marcarán la mayor diferencia. **A todas esas personas y entidades, gracias por vuestras acciones.**

A quienes recibáis esta guía de campo, os animamos a compartirla ampliamente.

Queremos honrar el hecho de que, aunque estos grupos han recopilado y hecho accesible la información en esta guía, este tipo de técnicas proviene de comunidades indígenas ligadas a la tierra en el suroeste de EE. UU. y en otras regiones del mundo.

¿QUÉ ES UNA CUENCA HIDROGRÁFICA?

Una **cuenca hidrográfica** es un área de terreno donde toda el agua procedente de la lluvia o del deshielo drena hacia un cuerpo de agua común, como un río, un lago o el océano. El agua de las precipitaciones se desplaza por la cuenca sobre la superficie o bajo tierra, moldeando el paisaje a su paso y proporcionando el suministro hídrico necesario para sostener toda la zona.

La cuenca engloba todo lo que se encuentra dentro de sus límites geográficos (suelo, relieve, agua, aire, plantas, animales y seres humanos) como un ecosistema interconectado. Desempeña un papel vital en la distribución del agua a lo largo del paisaje, filtrándola, almacenándola y actuando como amortiguador frente a desafíos ambientales como incendios, inundaciones y sequías.

Nota terminológica: "Watershed" se traduce como "cuenca hidrográfica" en español general, aunque se usa también "cuenca o área de captación".

Consulta en el Glosario del final cualquier palabra técnica que no te resulte familiar.



En esta versión en español de la guía, mantenemos entre paréntesis algunas palabras originales en inglés, para facilitar que las personas puedan buscarlas online o en otras obras sobre esta temática.

RESTAURACIÓN DE CUENCAS POST-INCENDIO MEDIANTE SOLUCIONES DE BAJA TECNOLOGÍA BASADAS EN LA NATURALEZA

La restauración de cuencas es el proceso de reparar y potenciar los procesos y funciones naturales dañados por actividades humanas, desastres como los incendios forestales o cambios ambientales, con el fin de regenerar la salud y la resiliencia de los ecosistemas terrestres y acuáticos.

Los incendios forestales pueden causar daños graves y duraderos en una cuenca, alterando las funciones y procesos naturales fundamentales para el ecosistema. Las plantas y árboles que estabilizan el suelo y frenan la escorrentía son arrasados, dejando la tierra desnuda y vulnerable a la erosión. Las altas temperaturas del fuego pueden provocar que los suelos se vuelvan hidrófobos (repelentes al agua), reduciendo la infiltración y aumentando de forma drástica la escorrentía superficial. La escorrentía arrastra suelo suelto, cenizas y restos hacia arroyos y ríos, causando la acumulación de sedimentos y la degradación de la calidad del agua. Cuando llegan las lluvias de otoño, y en particular en caso de precipitaciones intensas, los paisajes post-incendio son altamente susceptibles a sufrir riadas e inundaciones relámpago.

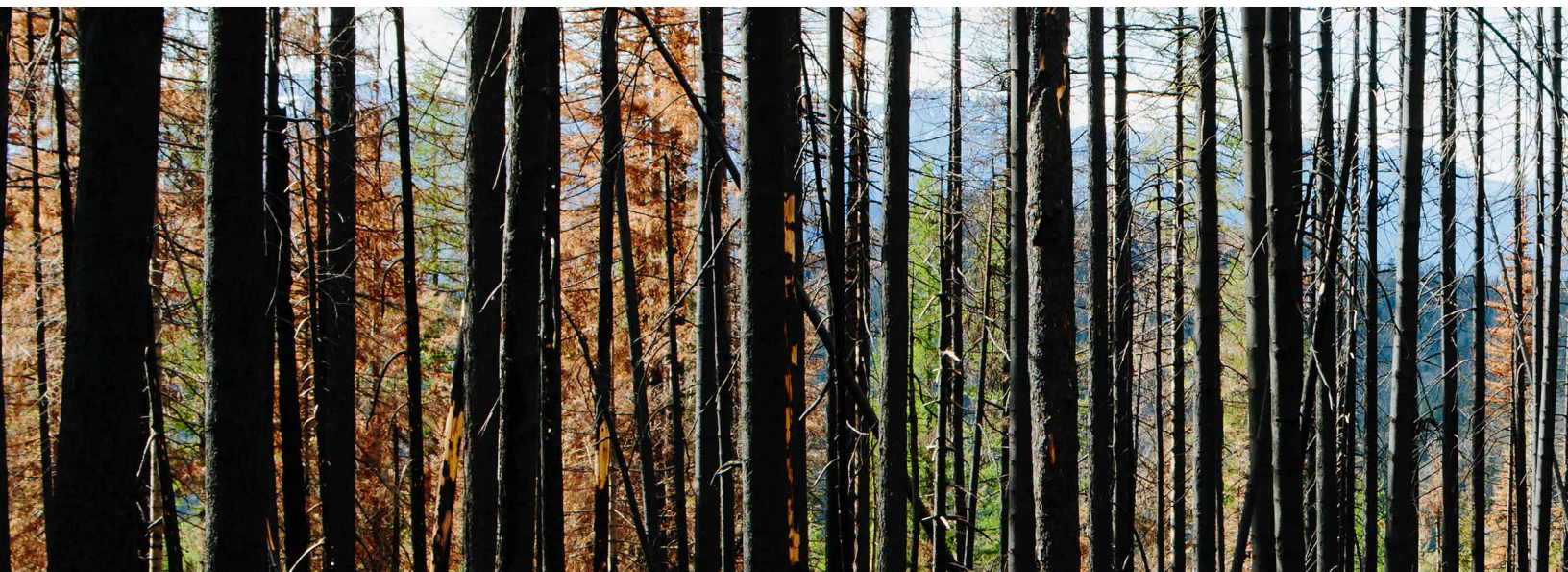
La restauración de cuencas post-incendio se logra de la mejor manera mediante **soluciones de baja tecnología basadas en la naturaleza** (Low-Tech Process-Based Restoration - LTPBR), las cuales trabajan en armonía con los procesos naturales para reparar los paisajes dañados y restaurar las funciones del ecosistema utilizando materiales locales (piedras, troncos, tierra y vegetación). Los materiales locales imitan las estructuras presentes en la naturaleza y se alinean con los procesos ecológicos existentes, a diferencia de los materiales sintéticos (hormigón, barras de metal, varillas de corrugado, etc.) que pueden generar impactos negativos a largo plazo en el medio ambiente.

Las soluciones de baja tecnología basadas en la naturaleza requieren un **equipamiento mínimo** y, en la mayoría de los casos, pueden construirse a mano. Con el tiempo, estas estructuras se integran completamente en el paisaje natural, lo que las convierte en alternativas mucho más sostenibles y resilientes en comparación con las obras de ingeniería convencional.

¡ATENCIÓN: URGENCIA POST-INCENDIO!

La restauración de cuencas tras un incendio es especialmente crítica para prevenir o reparar impactos significativos y a largo plazo en la salud, la calidad y la cantidad del agua, así como prevenir la escorrentía y los destrozos adicionales que puede causar la lluvia en un paisaje afectado.

Actuar rápidamente (siempre con la precaución necesaria, ya que una zona quemada puede no ser segura de inmediato) puede evitar daños considerables y ahorrar dinero y esfuerzo a largo plazo.



Algunos de los **objetivos clave** de la restauración de cuencas post-incendio tal como se plantea en esta Guía, incluyen:

- **Reducir la velocidad** del flujo de agua de escorrentía superficial, **distribuirla** a lo largo del paisaje e **infiltrarla** en el suelo para aumentar las tasas de recarga de acuíferos (*slow it, spread it, sink it*)
- **Prevenir la erosión** y la degradación en zonas altas (cabeceras), drenajes, humedales y otras áreas críticas
- **Proteger** los elementos del paisaje frente a la degradación o la erosión excesiva
- **Reconectar** los cauces de drenaje con sus llanuras de inundación
- **Acolmatar o causar agradación** (elevar el lecho mediante acumulación de sedimentos) y **restaurar cauces** con incisiones o profundamente encajonados (cárcavas)
- **Restablecer el flujo** en cauces abandonados o antiguos arroyos
- Almacenar agua temporalmente en las llanuras de inundación para **elevar el nivel freático** e incrementar la **recarga de aguas subterráneas**
- Fomentar la **acción capilar** para ascender la humedad del suelo y **sostener la vegetación**
- **Capturar y distribuir sedimentos y materia orgánica**
- **Reducir los daños** causados por riadas, inundaciones y caudales crecidos, mediante la ralentización y la dispersión del agua
- **Promover la repoblación** o revegetación con plantas autóctonas para **estabilizar el suelo**
- **Restaurar los procesos ecológicos** que sostienen el funcionamiento de la cuenca
- **Aportar complejidad estructural y diversidad biológica**

¿QUÉ APORTA ESTA GUÍA DE DIFERENTE?

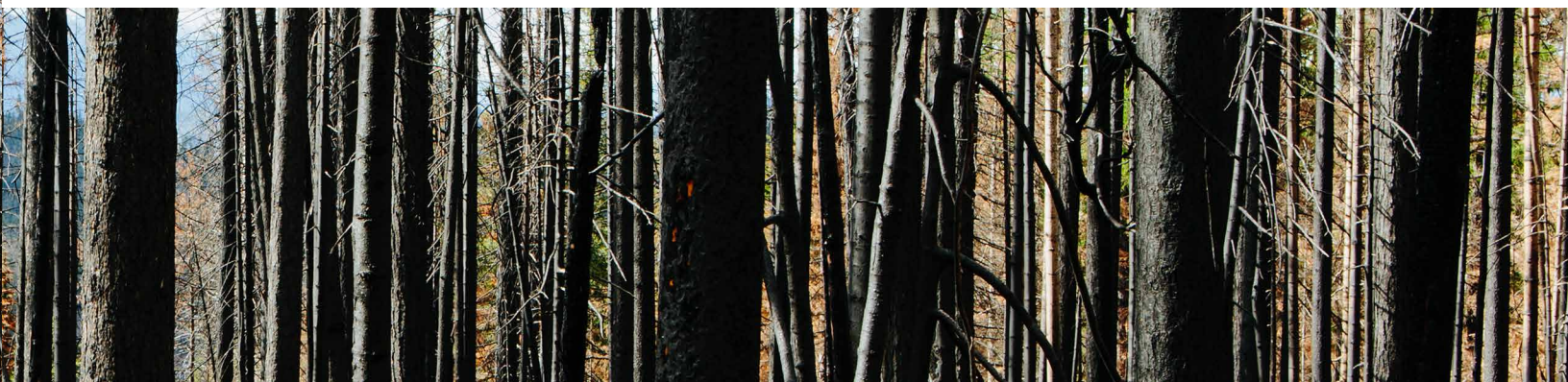
Las estructuras en esta Guía beben de la filosofía "*Let the Water Do the Work*" ("dejemos que el agua haga el trabajo"), desarrollada por Bill Zeedyk con Quivira Coalition: en lugar de frenar u oponerse a la energía del agua, se trata de **acompañarla y disiparla gradualmente, que pueda conservarse y mantenerse en el suelo** ("*slow it, spread it, sink it*"); se trata de pensar como el agua al planificar y realizar intervenciones, facilitando que sea el propio cauce quien reconstruya su equilibrio ("*going with the flow*").

A diferencia de las intervenciones clásicas de corrección hidrológica (presas, azudes, otras barreras físicas), válidas y necesarias en su contexto (grandes cuencas, infraestructuras críticas), estas estructuras están pensadas para otra escala: **pequeños cauces, cárcavas y arroyos de cabecera** —el daño más frecuente tras un incendio—, donde

disipar la energía paso a paso ofrece resultados más duraderos y de menor coste.

Para profundizar en esta filosofía y sus fundamentos, consulta la sección de Referencias al final de esta Guía.

CONTEXTO LOCAL: Las técnicas de esta Guía son herramientas dentro de un proceso de diagnóstico y restauración post-incendio más amplio, que debe también contemplar otros elementos como la vegetación y la fauna, así como la participación de los actores y comunidades locales, contando siempre con las autorizaciones administrativas correspondientes. Su aplicación en el contexto ibérico debe adaptarse a las características ecológicas, hidrológicas y geomorfológicas de cada territorio.



PROPÓSITO DE LA GUÍA

Esta guía está diseñada para orientar en la restauración de cauces de drenaje pequeños, tales como arroyos efímeros o intermitentes, que fluyen únicamente **durante episodios de precipitación**, la estación de tormentas o el deshielo primaveral. Estos cauces de drenaje incluyen elementos del terreno como **arroyos y vaguadas**, que son componentes vitales de los sistemas de cuencas.

La guía proporciona instrucciones paso a paso para construir estructuras de restauración de baja tecnología basadas en la naturaleza, explicando su propósito, su funcionamiento y dónde ubicarlas. También incluye consideraciones de diseño y adaptaciones para cada estructura. Las estructuras en esta guía se pueden **construir a mano utilizando materiales del propio lugar o transportados, como piedras y troncos**. Muchas de estas estructuras también pueden construirse con maquinaria pesada si su escala es demasiado grande para el trabajo manual.

Estas estructuras fundamentales sirven como modelos fiables; sin embargo, **deben personalizarse** para responder a las necesidades específicas del paisaje y a las condiciones de drenaje. Las adaptaciones pueden implicar modificar la forma, el tamaño o los materiales utilizados para garantizar que funcionen de manera eficaz en cada situación concreta. Esta guía enfatiza la **comprensión del funcionamiento de estas estructuras, para que puedan ajustarse o combinarse** de manera reflexionada ante desafíos particulares.

Las estructuras de esta guía pueden ser **restauradoras, preventivas o estar diseñadas para reparar la degradación y, en algunos casos, cumplir múltiples funciones a la vez**. Las estructuras restauradoras están concebidas para reincorporar funciones o procesos

ANTES



Dique de una Piedra (ORD) construido por cuadrillas estacionales en Sapello, Nuevo México, antes, y después llenándose de sedimentos (verano del 2023).

DESPUÉS



naturales en la cuenca. Por ejemplo, un Deflector (baffle) puede provocar cierta erosión localizada pero su objetivo final es restaurar los patrones de meandros. Por el contrario, estructuras como los Cuencos Zuni (Zuni Bowls) no son propiamente restauradoras de la dinámica del cauce, sino que están diseñadas para frenar y corregir la erosión en cárcavas e incisiones de cabecera (headcuts). Otro ejemplo es el Dique de una Piedra (One Rock Dam - ORD), diseñado para provocar agradación o acolmar (elear con sedimentos) un cauce. Ambos tipos de estructuras pueden aplicarse en un mismo tramo de arroyo para abordar diversas formas de degradación.

NOTA TÉCNICA IMPORTANTE 1:

Todas las estructuras de esta Guía están pensadas para cauces de pendiente suave a moderada. En barrancos o gargantas de fuerte pendiente, la dinámica del agua es distinta y requiere otro tipo de soluciones.

NOTA TÉCNICA IMPORTANTE 2:

Estas estructuras requerirán mantenimiento y limpieza tras las primeras lluvias torrenciales, debido a la gran cantidad de ceniza y otros restos que arrastran tras un incendio, al menos hasta que la vegetación pionera empiece a fijar el suelo y el entorno dañado.

Si bien esta guía se centra en **técnicas estructurales**, es importante reconocer el papel de otras **prácticas esenciales de restauración**, como la **revegetación o repoblación**, y el **pastoreo extensivo dirigido o ganadería regenerativa**. Combinados, estos métodos contribuyen a una restauración holística de la cuenca y a una resiliencia ecológica e incluso económica a largo plazo.

*En todos los entornos ibéricos, y particularmente en paisajes mediterráneos, que son especialmente vulnerables, se está comprobando que el **uso planificado de ganado adecuadamente gestionado (con alta carga animal durante estancias cortas seguidas de largos reposos)** es **absolutamente esencial** para recuperar la fertilidad y biodiversidad, a la vez que aumentar la resiliencia de los paisajes ante incendios, sequías o excesos de agua.*

Más información: www.agriculturaregenerativa.es/ganaderia-regenerativa

CONCLUSIÓN:

*El objetivo y concepto fundamental es **reducir** la velocidad del flujo de agua de escorrentía superficial, **distribuirla** a lo largo del paisaje e **infiltrarla** en el suelo para aumentar las tasas de recarga de los acuíferos (slow it, spread it, sink it).*

ESTRUCTURAS DE PIEDRA

¿POR QUÉ CONSTRUIR ESTRUCTURAS CON PIEDRA?

Las siguientes estructuras se construyen reuniendo y disponiendo piedras de diversas formas y tamaños en patrones entrelazados. El uso de piedras para construir estructuras de restauración ofrece múltiples ventajas, siendo una de las principales su abundancia en muchos entornos remotos, lo que las hace fácilmente accesibles para los proyectos.

Las piedras son elementos naturales en el paisaje (a diferencia del hormigón u otros materiales artificiales) y proporcionan un elemento duradero a largo plazo que no necesita ser retirado posteriormente.

Utilizar roca local reduce el coste de la restauración, al disminuir los gastos de material y transporte, y minimiza el impacto ambiental asociado al movimiento de materiales con maquinaria pesada. Las piedras más grandes se utilizan generalmente como anclajes o apoyos, mientras que las piedras más pequeñas rellenan los huecos entre las grandes (este proceso se denomina 'acuñado' o 'chinking'). Las piedras que presentan caras relativamente planas son ideales para la base o cimentación de ciertas estructuras, proporcionando una base sólida para la estabilidad y una superficie apta para absorber el impacto del agua al caer.



NOTA DE SEGURIDAD:

Al trabajar con piedras, las lesiones más comunes son causadas por accidentes durante su manipulación (por ejemplo, que una piedra caiga sobre un pie o aplaste un dedo entre dos rocas). Tened siempre presente la postura corporal y el entorno al mover rocas. Algunas piedras pueden albergar fauna (serpientes, lagartijas o arañas), por lo que debe evitarse molestarlas o ponerse en riesgo. Al rodar piedras grandes ladera abajo, avisad siempre en voz alta gritando '¡PIEDRA VA!' para que las personas cercanas estén alerta y asegurad que no haya nadie en la trayectoria de caída.



DIQUE DE UNA PIEDRA

ONE ROCK DAM - ORD

DESCRIPCIÓN Y PROPÓSITO DE RESTAURACIÓN

Un **Dique de una Piedra (ORD)**, por sus siglas en inglés) es una **estructura de control de rasante situada dentro del cauce**, utilizada con fines restauradores para **frenar el flujo del agua, reducir la erosión y gestionar los sedimentos**. A pesar de su nombre, un ORD consta de **múltiples hileras de piedras** dispuestas a una **altura uniforme a lo largo del cauce o lecho**. Estas piedras **se entrelazan para formar una barrera permeable de baja altura** que frena el agua, captura sedimentos y ayuda a **eleva el lecho del arroyo con el tiempo**.

La acumulación de sedimentos tras la estructura **eleva el lecho del cauce y ayuda a reconectarlo con su llanura de inundación** (permitiendo que las aguas de crecida salgan del cauce, **disipen su energía y depositen restos y sedimentos**), y/o contribuye a **eleva el nivel freático**. Los ORD estabilizan **el cauce y previenen la erosión vertical** (cárcavas, encajonamiento o downcutting) al reducir la velocidad del agua, aumentar la rugosidad del lecho y atrapar sedimentos. El sedimento recién acumulado crea un **semillero natural** y ayuda a capturar material de propagación vegetal.

UBICACIONES ADECUADAS

Los Diques de una Piedra se construyen habitualmente en **cauces de arroyos efímeros** que sufren erosión incisiva o encajonamiento (cárcavas), aunque también pueden aplicarse en **arroyos intermitentes y perennes**. Los ORD se construyen generalmente en **cárcavas o arroyos de menos de 5 metros de ancho**, donde la estructura se puede estabilizar más fácilmente y el flujo de agua está concentrado.

Es prioritario aprovechar elementos naturales como rocas grandes, tocones de árboles o las propias márgenes para anclar estas estructuras. Son preferibles las zonas con una **pendiente suave a moderada**, ya que permiten a la estructura controlar el flujo sin ser arrastrada durante los eventos de gran caudal.

Dique de una Piedra (ORD) construido por cuadrillas estacionales en Gallinas, Nuevo México (verano del 2023).



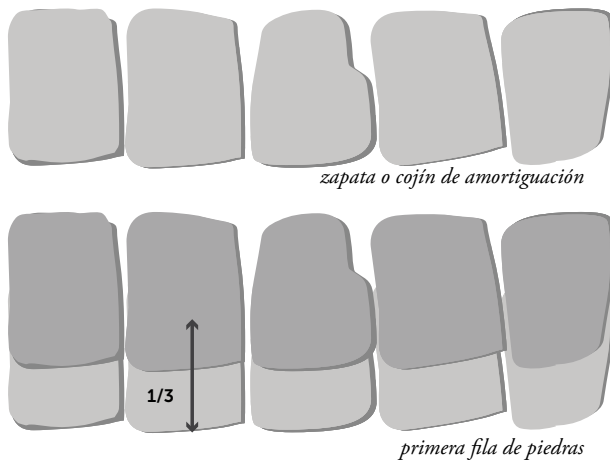
PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

PASO 1

Preparad el sitio limpiando el área de rocas sueltas y restos, y nivelando la superficie donde se levantará la estructura.

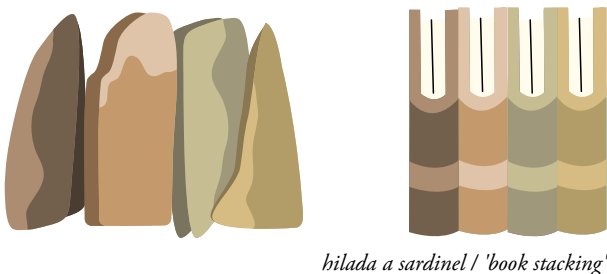
PASO 2

Excavad una zanja poco profunda (de unos 15 cm de profundidad) en el borde aguas abajo de la estructura, perpendicular al cauce y abarcando todo su ancho. Colocad piedras grandes y planas entrelazadas en la zanja de modo que ninguna piedra sobresalga más de 5 cm sobre el lecho del cauce. Esta primera capa de piedras se denomina 'zapata' o 'cojín de amortiguación' (footer o splash pad). Esta hilera inicial debe remontar por las laderas laterales/márgenes para evitar que el agua rodee la estructura por los lados. La zapata evita que la estructura sea descalzada por socavación inferior durante las crecidas.



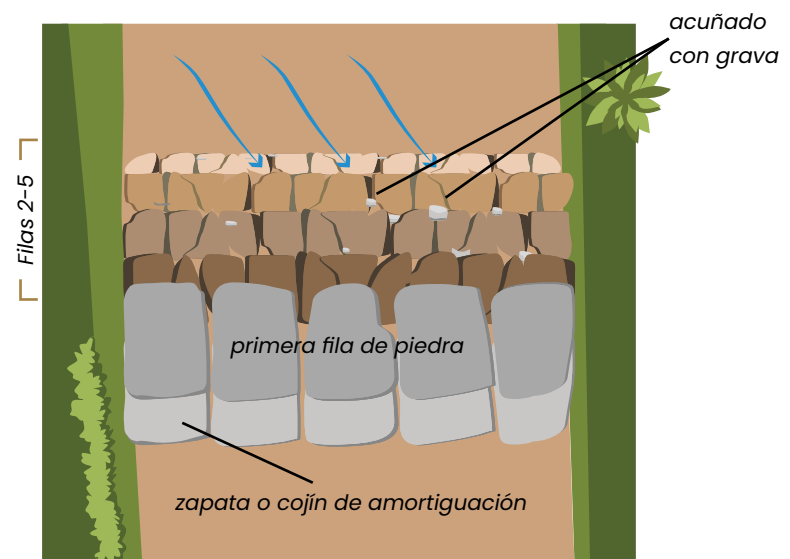
PASO 3

Construid la primera hilera de piedras de una sola altura, solapando 1/3 sobre las piedras de la zapata (splash pad) a lo largo del cauce. Si es necesario, disponed esta hilera mediante **apilado vertical o hilada a sardinel** ('book stacking', colocando las piedras planas de canto) para alcanzar una mayor altura, según las dimensiones de la roca.



PASO 4

Disponed **al menos cuatro hileras adicionales de piedras entrelazadas** directamente detrás de la primera hilera (en dirección aguas arriba). Las piedras deben colocarse con **sus lados más largos paralelos al flujo del cauce**, en lugar de atravesadas. Estas hileras pueden apilarse de canto según el grosor de la piedra para maximizar la altura. A medida que se acerca a la última hilera (aguas arriba), las piedras pueden disminuir gradualmente en altura hasta nivelarse con el lecho.



PASO 5

Poned a prueba la estabilidad de la estructura caminando sobre ella. Observad si alguna piedra se mueve o queda inestable y ajustadla o reemplazadla.

PASO 6 (opcional)

Sembrad la estructura con una mezcla de semillas autóctonas adecuada para la zona y/o un cultivo de cobertura no autóctono estéril.

PASO 7

Llenad cubos con piedras más pequeñas (tipo grava) e insertadlas en la estructura para rellenar los huecos intermedios. Este proceso se conoce como 'acuñado' (chinking) y se ha demostrado que juega un papel vital en la estabilidad y efectividad del dique. Evitad compactar tierra entre las piedras, ya que esto bloquea la entrada de semillas autóctonas y materia orgánica, reduciendo el crecimiento de la vegetación natural.

ADAPTACIONES Y MANTENIMIENTO

En lugares donde la piedra escasea, puede ser necesario transportar roca o utilizar **alternativas como sacos de arpiller**a de material biodegradable, como el yute, **llenos de arcilla o tierra local**. Estos sacos rellenos pueden **durar solo un año** según su material, aunque su longevidad aumenta si se envuelven en material que los proteja de los rayos UV. También se pueden construir **estructuras tipo Diques de una Piedra con troncos** (ver las estructuras descritas en las páginas siguientes).

Tras varias crecidas, el sedimento se acumulará sobre y aguas arriba del ORD. **El objetivo es provocar**

en el cauce un proceso de agradación (elevación del lecho) hasta que los flujos de crecida conecten con la llanura de inundación. En cauces muy encajonados (cárcavas muy profundas), **una vez que la capa original se ha llenado de sedimento, se puede construir una segunda capa** comenzando en la tercera hilera de la estructura existente; el ORD original se convierte en la zapata (splash pad) de la nueva capa. En ciertos casos en los que hay mucho caudal, pueden llegar a desencajarse algunas rocas del ORD, en cuyo caso **puede ser necesario recolocarlas o sustituirlas** por piedras más grandes.

ELEMENTOS ESENCIALES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

Las piedras pueden disminuir de tamaño hacia aguas arriba hasta igualarse con el lecho, pero un Dique de una Piedra debe tener la **altura de una sola piedra sobre el lecho a lo largo de toda la estructura**.

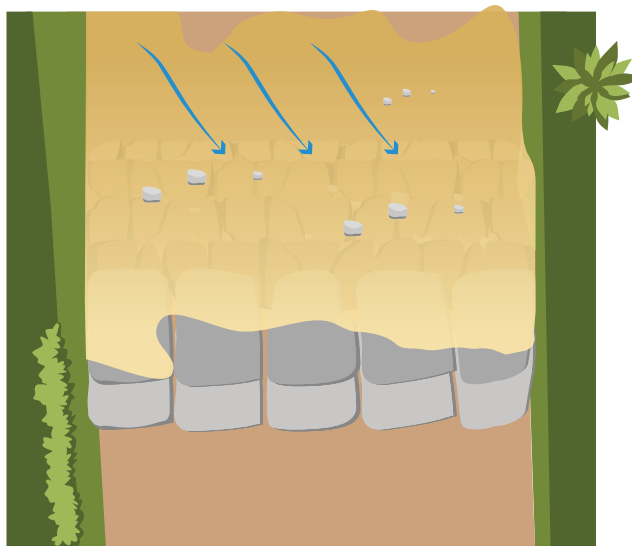
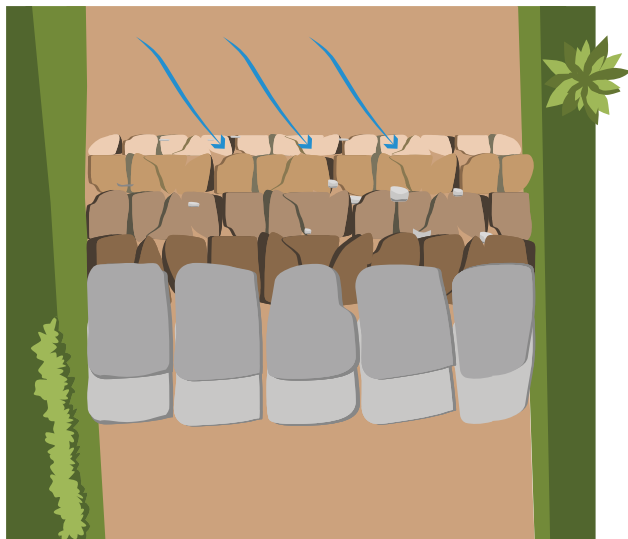
El cojín de amortiguación o **zapata** (splash pad) debe ser lo suficientemente amplio para evitar que el agua que vierte sobre la estructura socave el fondo.

Generalmente se procura que **todas las hileras remonten ligeramente por los taludes laterales** para evitar que el agua rodee la estructura por los lados, aunque a veces algunas excepciones pueden ser adecuadas.

Los ORD deben colocarse en **tramos rectos del cauce**

o en las zonas de transición (cross-over). Pueden construirse a menudo **varios en serie o combinarse con deflectores** (baffles).

La zapata que amortigua la caída del agua es un elemento clave del Dique de una Piedra, especialmente si hay escasez de roca bajo tierra. En escenarios post-incendio, en particular, debería ser lo bastante grande para impedir que, en situaciones de mucha corriente, la caída del agua sobrepase la zapata y cause abrasión o erosión. La zapata (splash pad) puede en tal caso construirse más ancha usando piedras muy grandes o dos capas de piedra, semi-enterrando la primera capa en el suelo y colocando la segunda de forma alterna para evitar que el agua avance por los espacios intersticiales.



RAMPA DE ROCA

ROCK RUNDOWN



Rampa de Roca construida por cuadrillas estacionales de HPWA en Sapello, Nuevo México (verano del 2023)

DESCRIPCIÓN Y PROPÓSITO DE RESTAURACIÓN

Una **Rampa de Roca** (Rock Rundown), también llamada **Rampa de Escollera, Bajante de Piedras o Bajante Empedrada**, es una **estructura de control de erosión** de baja tecnología, diseñada para estabilizar **cabeceras de cárcavas remontantes** (headcuts) en los lechos de **cauces con pendiente suave a moderada**, cuyos escalones de erosión tienden a avanzar aguas arriba si no se resuelven, erosionando el terreno como una cremallera.

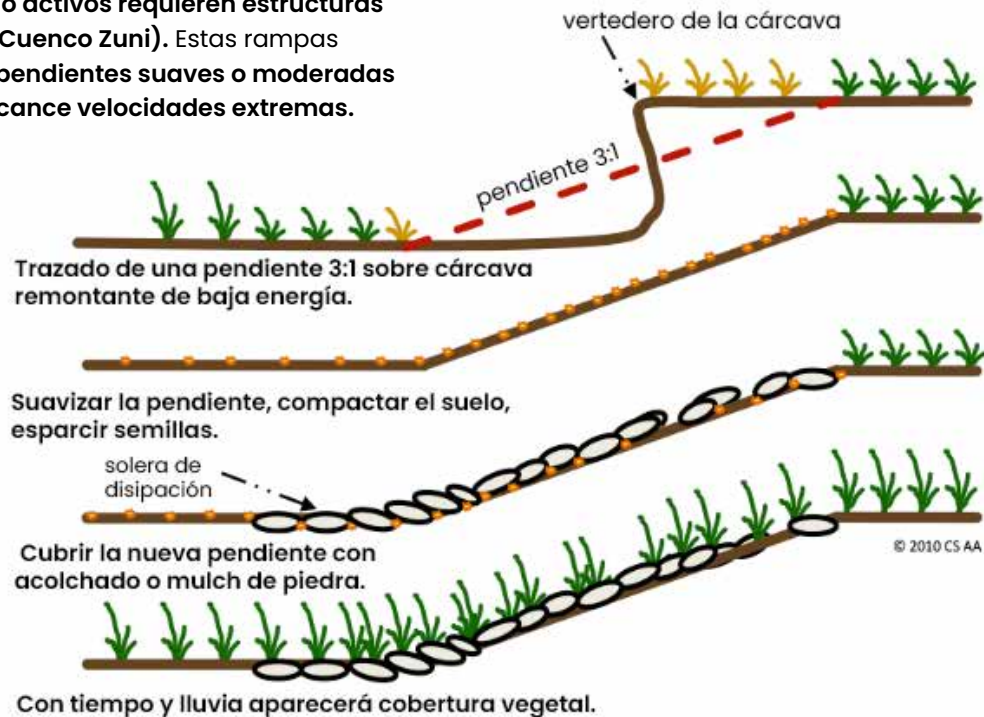
Las Rampas de Roca reducen la erosión y evitan una mayor degradación al **frenar la escorrentía superficial**, **disipar la energía erosiva del agua y**

atrapar sedimentos y humedad entre las rocas, lo que favorece el **establecimiento de vegetación**.

Funcionan canalizando el agua a través de un camino protegido y revestido de piedras que **rompe la fuerza del flujo**. A medida que el agua discurre sobre las rocas, pierde velocidad y permite que los **sedimentos se depositen detrás de ellas, estabilizando el lecho** y creando un medio fértil para las plantas. Con el tiempo, estas estructuras contribuyen a la **recuperación de cauces degradados, mejoran la infiltración del agua y favorecen el restablecimiento de la vegetación nativa**.

UBICACIONES ADECUADAS

Se utilizan principalmente **para prevenir la formación y avance de escalones de erosión** en zonas de ladera y en pequeños arroyos efímeros. Son idóneas para cárcavas con escalones de erosión de baja energía con una altura vertical inferior a unos 60 cm. **Los saltos más grandes o activos requieren estructuras diferentes (como el Cuenco Zuni)**. Estas rampas funcionan mejor **en pendientes suaves o moderadas donde el agua no alcance velocidades extremas**.



Esquema de una Rampa de Roca, extraído de 'Erosion Control Field Guide' (Guía de Campo para el Control de la Erosión), Quivira Coalition & Watershed Artisans © 2012 CS AA

PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

PASO 1

Preparad la ubicación limpiando el área de rocas sueltas y restos, y **suavizando el perfil del escalón** para nivelar la superficie sobre la que se construirá la estructura, dándole una **pendiente de aproximadamente 3:1** (3 unidades horizontales por 1 vertical).

PASO 2

Disponed **piedras grandes y planas sobre el lecho y los taludes** del cauce recién modelado, volteándolas y girándolas hasta lograr un **mosaico entrelazado**. Las piedras en el extremo superior (aguas arriba) deben **cubrir completamente** la cabecera del salto y las zonas desnudas o erosionadas adyacentes.

Continuad colocando piedras hacia aguas abajo, formando un **manto continuo** hasta alcanzar la longitud deseada.

PASO 3

Rellenad todos los huecos entre las rocas mediante **acuñado** (chinking) con piedras más pequeñas.

PASO 4 (Opcional):

Sembrad la estructura con una **mezcla de semillas** autóctonas adecuada para la zona y/o un cultivo de cobertura no autóctono estéril.

PASO 5

Comprobad la estabilidad caminando sobre la estructura y ajustando o reemplazando las piedras sueltas.



ADAPTACIONES Y MANTENIMIENTO

Las Rampas de Roca **pueden adaptarse** a diversas condiciones del terreno, incluso cuando escasean las rocas. Pueden construirse usando **sacos de arpillera** de material biodegradable, como el yute, **llenos de arcilla o tierra** local, como solución a corto plazo. Alternativamente, pueden emplearse troncos dispuestos longitudinalmente en lugar

de rocas para crear una **Rampa de Troncos** (log rundown), siempre que esté anclada correctamente. A medida que la estructura interactúa con el flujo de agua superficial, **las rocas, troncos o sacos pueden desplazarse** de su sitio y requerir reemplazo. **Debe asegurarse el anclaje de la estructura mediante rocas grandes en los bordes del cauce.**

ELEMENTOS ESENCIALES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

Las piedras utilizadas deben ser lo **suficientemente pesadas** para resistir la fuerza del agua en movimiento, sin desplazarse.

Existe el error frecuente de 'simplemente tirar piedras en el cauce en erosión'. **Las rocas deben colocarse ordenadamente y entrelazarse para resistir a las riadas.**

Son preferibles las **piedras angulares y de formas irregulares** frente a cantos rodados de río, ya que las formas angulares permiten el trabado entre ellas.

El labio superior del manto de piedra **NO debe quedar más alto que la superficie del suelo** circundante aguas arriba, ya que esto desviaría el agua hacia los laterales, creando nuevas cárcavas.

El **centro de la rampa** debe quedar **ligeramente más bajo que los laterales, en forma cóncava**, para que el agua circule concentrada por la línea central y no rodee la estructura por los bordes.

MEDIA LUNA

DESCRIPCIÓN Y PROPÓSITO DE RESTAURACIÓN

Una **Media Luna** es una estructura de piedra en **forma de semicírculo o arco** utilizada en zonas de ladera y llanuras para **prevenir la erosión y distribuir el flujo laminar (escorrentía no canalizada)**. Actúa como un divisor o **distribuidor de flujo**, alejando el agua de zonas erosionables o cárcavas en formación. También puede **concentrar flujos** dispersos hacia un humedal o canal específico para mantenerlos húmedos, o actuar como una estructura de **cosecha de agua** al aumentar el tiempo de permanencia de la escorrentía en el terreno, reduciendo así el volumen y velocidad del agua que podría crear una cárcava.

La Media Luna tiene dos diseños según la orientación de sus extremos o 'puntas' mirando aguas arriba:

- 1. Media Luna con PUNTAS HACIA ARRIBA** (Convexo / Tips Up): El agua entra por el lado corto de la luna y sale repartiéndose por el lado largo, dispersando el agua sobre un área de deposición más amplia.
- 2. Media Luna con PUNTAS HACIA ABAJO** (Cóncavo / Tips Down): Concentra el flujo laminar de manera uniforme hacia un punto central más pequeño, evitando que regueros y pequeñas cárcavas sigan erosionando ladera arriba.

UBICACIONES ADECUADAS

Los caminos del agua en los abanicos aluviales (depósito de sedimentos en forma de abanico formado cuando un cauce de montaña llega a una zona llana y pierde velocidad) pueden verse alterados **tras los efectos de un incendio forestal, lo que convierte estas zonas en un lugar idóneo para este tipo de estructuras**. Una Media Luna se utiliza habitualmente en abanicos aluviales que se han degradado debido a la incisión del cauce y a la migración de cárcavas remontantes. Pueden construirse en **humedales de ladera**, o en **pendientes suaves a moderadas** de zonas altas que están sufriendo una escorrentía laminar erosiva (sheet flow).

Deben construirse en **áreas relativamente planas**, para poder disipar o canalizar el agua de forma adecuada, y **NO se instalan dentro de un cauce de arroyo**.

En lugares con **numerosos regueros, la erosión a gran escala puede reducirse concentrando** el flujo en un único cauce mediante una Media Luna orientada con las puntas hacia abajo. Una Media Luna puede ayudar a **concentrar el flujo disperso** sobre toda la superficie disponible, favoreciendo un mayor **almacenamiento de agua y la captura de sedimentos** y materiales de menor tamaño.

Media Luna construida por cuadrillas estacionales de HPWA en Sapello, Nuevo México (verano del 2023).



PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

PASO 1

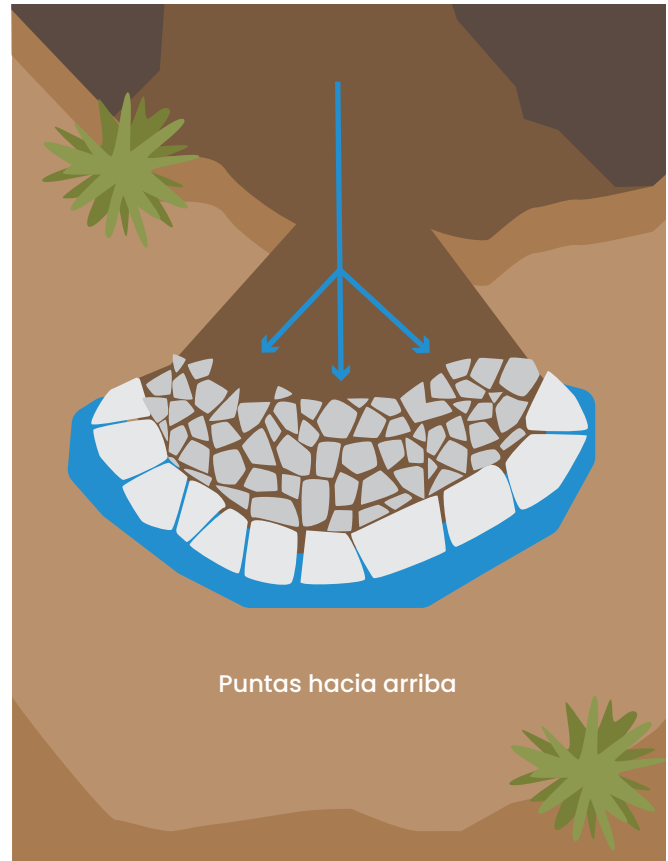
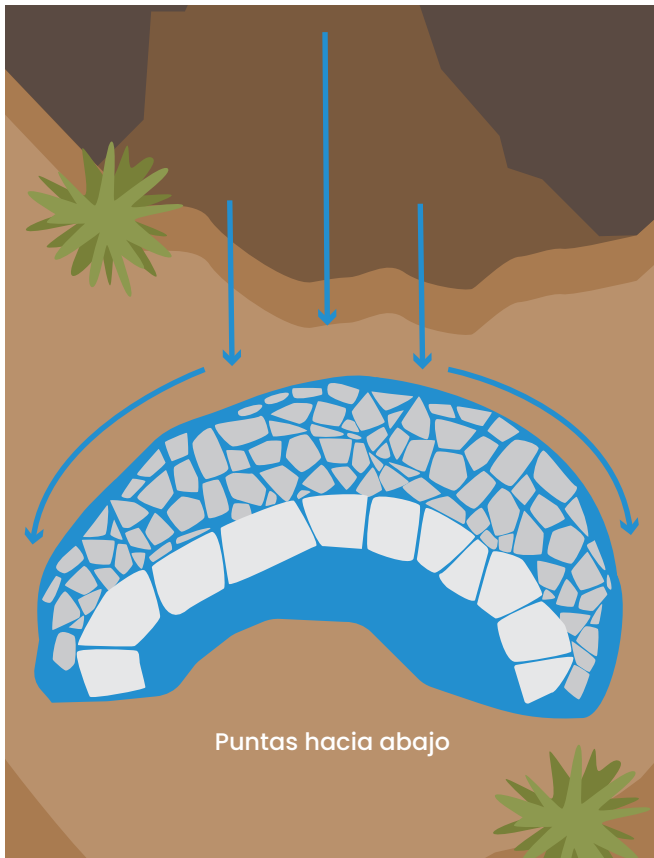
Seleccionad una zona relativamente plana con escorrentía laminar moderada, y determinad cuidadosamente qué variante construir (puntas hacia arriba o puntas hacia abajo).

PASO 2

Limpiad la superficie de rocas sueltas, acumulad el material necesario para la construcción y nivelad la zona. Marcad el contorno semicircular de la media luna en el suelo con una pala.

PASO 3

Colocad la primera hilera con piedras grandes y planas a lo largo del trazo, situando la parte más ancha de cada roca hacia la misma dirección. Las piedras más grandes van en las zonas más deprimidas, y las más pequeñas en las zonas menos profundas, para nivelar de manera uniforme la altura final de la estructura.



PASO 4

Añadid hileras adicionales de piedras extendiendo la forma de media luna hasta alcanzar el ancho deseado, acuñando (chinking) todos los huecos.

PASO 5 (Opcional)

Sembrad la estructura con una **mezcla de semillas** autóctonas adecuada para la zona y/o un cultivo de cobertura no autóctono estéril.

PASO 6

Comprobad la estabilidad caminando sobre la estructura y ajustando o reemplazando las piedras que estén sueltas.

ADAPTACIONES Y MANTENIMIENTO

Una Media Luna puede modificarse utilizando **sacos de arena**, balas de paja o troncos si en el lugar escasean o no hay rocas disponibles; sin embargo, esto **afecta a la longevidad de la estructura**. Los sacos de arena o tierra no suelen durar más de un año, dependiendo del material con el que estén hechos. Deben fabricarse con **materiales naturales**

(por ejemplo, yute) para reducir el impacto ambiental, y no deben usarse en lugares donde se necesite una protección a largo plazo. Las **balas de paja pueden necesitar anclarse mediante estacas** si se esperan grandes caudales de agua. Si los caudales fuertes desplazan alguna piedra, utilizad **piedras más grandes y aseguradlas** correctamente.

ELEMENTOS ESENCIALES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

Las piedras utilizadas en una Media Luna deben ser lo **suficientemente pesadas y estables para resistir el desplazamiento por el agua**. Deben construirse sobre **terreno relativamente plano**, para minimizar el riesgo de erosión adicional. **Ambas puntas de la estructura deben estar a la misma elevación**, para garantizar una **distribución uniforme del agua** y evitar que esta rodee la estructura. Unas **puntas desniveladas**

pueden provocar canalización, erosión o incisión no deseadas. Pueden construirse varias medias lunas a lo largo de un abanico aluvial o de una zona en proceso de erosión, para prevenir la incisión del cauce. **Inspeccionad la estructura tras lluvias intensas o cambios estacionales**, para detectar señales de erosión, piedras desplazadas o puntos débiles en la estructura.

Media Luna construida con troncos y rocas por cuadrillas estacionales de HPWA (verano del 2023).



CUENCO ZUNI

ZUNI BOWL



Cuenco Zuni construido por AWF en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Río Mora, en Watrous, Nuevo México. Mayo de 2019.

DESCRIPCIÓN Y PROPÓSITO DE RESTAURACIÓN

El **Cuenco Zuni** es una estructura de control de cárcavas remontantes ubicada dentro del propio cauce, desarrollada por Bill Zeedyk e inspirada en estructuras y técnicas tradicionales utilizadas por el pueblo Zuni de Nuevo México. El Cuenco Zuni utiliza los principios de las **pozas escalonadas** (step-pools) para crear **múltiples saltos pequeños que disipan la energía del agua** al caer desde el vertedero de

una cárcava remontante. De este modo, **detiene y estabiliza la cárcava remontante** al sustituir la caída vertical erosiva por dos o más caídas más suaves revestidas de roca. Esta estructura también **retiene humedad en el suelo circundante para la vegetación y crea pozas temporales para la flora y fauna silvestres**.

UBICACIONES ADECUADAS

Las ubicaciones idóneas para los Cuencos Zuni son zonas con **cárcavas remontantes activas en cauces de tamaño pequeño a mediano, que estén experimentando migración de la cárcava remontante**. Funcionan muy bien en **regiones semiáridas, donde controlar el flujo de agua es fundamental para mantener la estabilidad del paisaje**. Los Cuencos Zuni pueden emplearse en zonas altas para tratar cárcavas remontantes de

hasta 1,2 m de altura, construyéndose a mano. Las cárcavas remontantes de más de esta altura pueden requerir el apoyo de maquinaria pesada y rocas de gran tamaño y tonelaje. Los lugares con **materiales rocosos accesibles y elementos ya existentes**, como pozas parcialmente formadas, **reducen el esfuerzo de construcción y mejoran la integración** de la estructura en el paisaje existente.

PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

PASO 1

Comenzad **seleccionando una cárcava remontante adecuada** para intervenir. Perfilad y suavizad el frente y el labio de la cárcava remontante para **crear una superficie estable, con espacio suficiente** para acomodar las rocas que se usarán en la construcción de la estructura. **Nivelad la base** retirando el material suelto.

PASO 2

Reunid y disponed **rocas de formas y tamaños variados**, seleccionando numerosas rocas grandes y apilables, con **superficies planas** en lugar de redondeadas.

PASO 3

Revestid la base (en el extremo aguas abajo) del cuenco Zuni con rocas grandes y planas, para crear un **cojín de amortiguación** (splash pad).

PASO 4

Construid el **primer escalón** del cuenco colocando una **hilera de rocas que se solape aproximadamente un tercio sobre el cojín de amortiguación**. Estas rocas

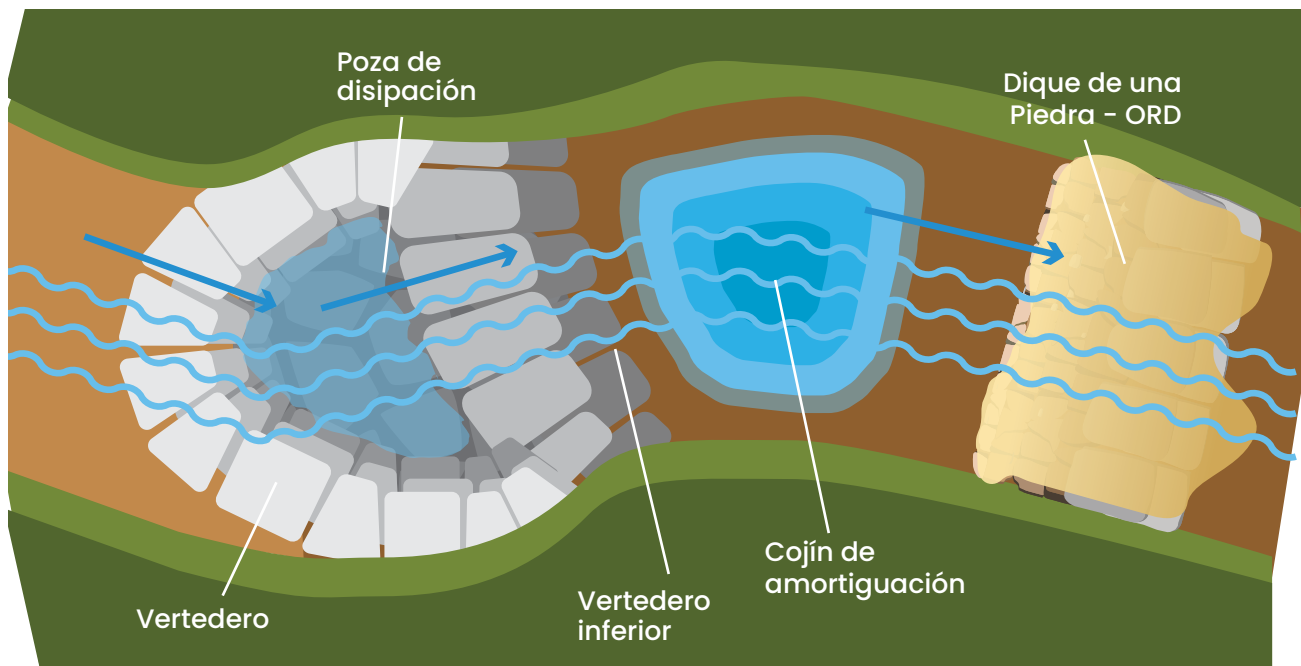
deben situarse, a ser posible, a aproximadamente la **mitad de la altura total de la cárcava remontante**. Esto formará el **vertedero inferior** del cuenco.

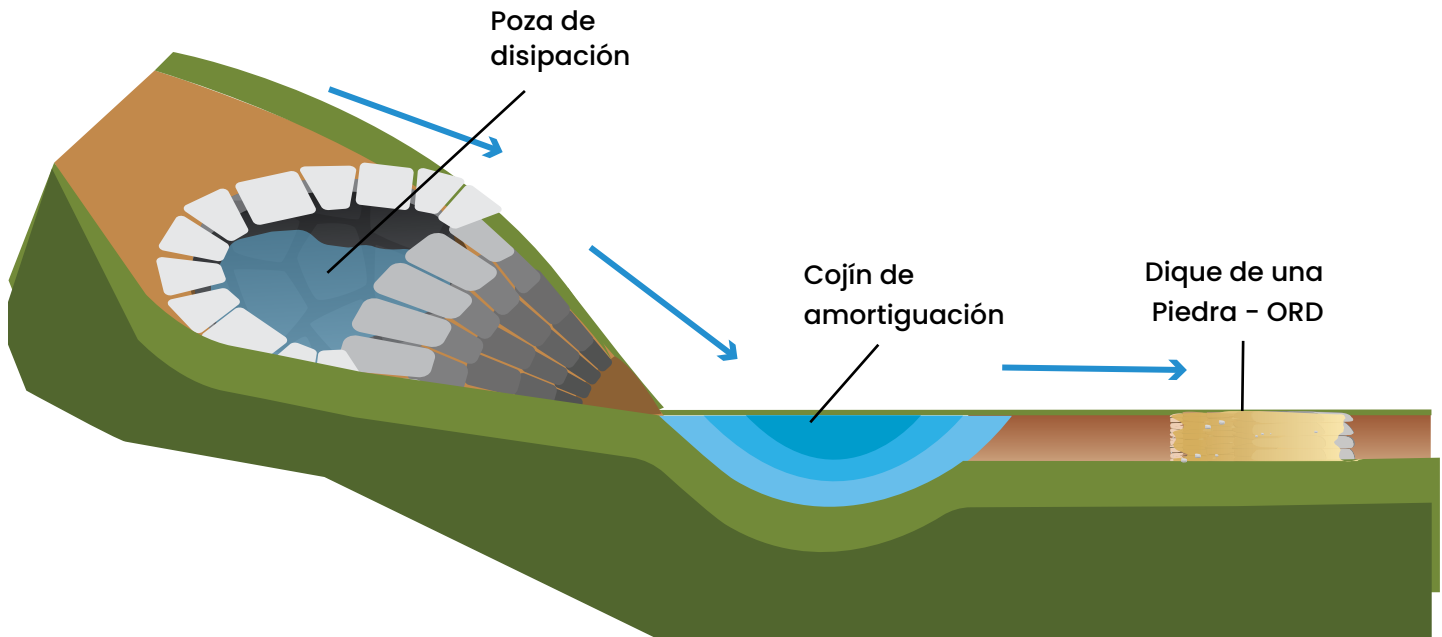
PASO 5

Construid el **perímetro del cuenco** levantando **primero la hilera inferior, y solapando las siguientes hileras en capas, empotrándolas firmemente**. La capa superior debe quedar **a ras del lecho** del cauce aguas arriba. Añadid otras **capas de roca en los márgenes izquierdo y derecho**, de modo que la capa superior quede por encima del labio de la caída.

PASO 6

Revestid el fondo de la cuenca de la estructura con rocas para crear la **poza de disipación** (plunge pool). Continúad colocando **rocas en los laterales** hasta alcanzar la altura del perímetro del cuenco. Las rocas deben tener **más de 15 cm de diámetro**, y los **huecos deben rellenarse** en la mayor medida posible. Esto conforma el cuenco.





PASO 7

Construid un **Dique de una Piedra** (ORD, por sus siglas en inglés, la primera estructura en esta guía) aguas abajo del Cuenco Zuni. Colocad el borde aguas arriba del ORD a una distancia de **entre seis y ocho veces** la altura de la cárcava remontante, medida desde el vertedero inferior.

PASO 8 (OPCIONAL)

Sembrad la estructura con una **mezcla de semillas** autóctonas y/o un cultivo de cobertura no autóctono estéril.

ADAPTACIONES Y MANTENIMIENTO

Aunque hemos descrito la forma típica de un Cuenco Zuni, **la estructura puede adaptarse** para ajustarse a los contornos particulares del terreno. Puede ser necesario variar la forma en zonas con márgenes irregulares u obstrucciones naturales. Utilizad **rocas pesadas y angulares** para construir la estructura, y **trabad las rocas entre sí**.

Es importante **reemplazar y asegurar las rocas que se desprendan de la estructura tras las crecidas de agua**. En algunos casos, **pueden incorporarse troncos** a la estructura como sustituto de las rocas, o para aportar estabilidad adicional. **Comprobad que la poza de disipación sigue intacta** y que no ha sido excesivamente socavada ni colmada de sedimento.

ELEMENTOS ESENCIALES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

Las rocas deben disponerse de manera que **el agua SIEMPRE caiga sobre las rocas** y no directamente sobre el suelo, para evitar mayor erosión. Los Cuencos Zuni de **hasta 90 cm de altura** pueden construirse a mano utilizando **rocas de entre 5 y 22 kg**. Sin embargo, cualquier estructura de mayor tamaño puede requerir el apoyo de maquinaria pesada. Cada

capa de roca debe **inclinarse ligeramente** hacia los márgenes y quedar **parcialmente apoyada** sobre las rocas de la capa inferior. **Trabar las rocas entre sí** distribuye el peso de manera uniforme y evita que se deslicen. Un labio desnivelado puede hacer que el agua rodee la estructura, provocando nueva erosión y reduciendo la efectividad del Cuenco Zuni.

DEFLECTOR

BAFFLE



Deflector construido por cuadrillas estacionales de HPWA en Gallinas (verano de 2023).

DESCRIPCIÓN Y PROPÓSITO DE RESTAURACIÓN

Un Deflector es una estructura triangular situada dentro del cauce, diseñada para restaurar y proteger los cauces de los arroyos. Se utiliza **a menudo en serie** para favorecer la formación de meandros en cauces que han quedado anormalmente rectos.

Una serie de Deflectores promueve la formación de meandros al **inducir erosión en el margen de un lado del cauce, mientras acelera la deposición de sedimentos en el lado opuesto**. Este proceso alarga y suaviza el cauce, reduciendo su pendiente y la velocidad del agua, previniendo el encajonamiento (downcutting) y favoreciendo la **reconexión con la llanura de inundación**.

Un Deflector suele estar compuesto por **pedras grandes dispuestas en forma triangular, seguidas de un Dique de una Piedra (ORD)**. Estas dos estructuras se repiten después aguas abajo para crear una serie.

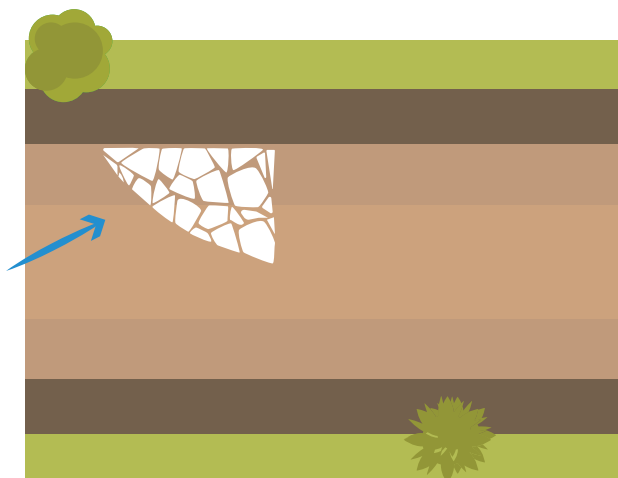
Una serie de Deflectores genera estabilidad dinámica y diversidad en el cauce, al ofrecer **distintos sustratos y hábitats singulares para sostener una diversidad de plantas y animales**. Añadir o prolongar meandros hace que el agua recorra una distancia mayor para salvar el mismo desnivel vertical, lo que **ralentiza el flujo y reduce su capacidad erosiva**.

Un Deflector, por sí solo, también puede utilizarse para **desviar el flujo de agua** y alejarlo de laderas en erosión que pongan en peligro elementos importantes del paisaje.

UBICACIONES ADECUADAS

Los Deflectores son **óptimos para influir en la sinuosidad de pequeños arroyos rectos**, en los que la dinámica del flujo se ha visto alterada. Funcionan **bien en arroyos con pendientes suaves a moderadas**, donde la energía del flujo puede gestionarse eficazmente para **prevenir la erosión y favorecer**

la deposición de sedimentos. Como con otras estructuras, es recomendable **construir un Deflector en una zona que incorpore elementos estructurales naturales**, como grandes rocas o tocones y raíces de árboles.



PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

PASO 1

Elegid un **lugar adecuado** para la construcción.

PASO 2

Preparad el sitio **reuniendo los materiales de construcción y nivelando** la superficie del cauce, retirando las piedras sueltas u otros restos.

PASO 3

Disponed la **primera hilera de piedras** en el extremo aguas abajo de la estructura, perpendicular a la margen, extendiéndola **hasta la mitad del ancho del cauce**. Esto forma la base del Deflector.

PASO 4

Desde la base del Deflector, **avanzad aguas arriba, colocando piedras en hileras cada vez más estrechas** a medida que se aleja, hasta dejar **una sola piedra en el vértice del triángulo**. La estructura forma aproximadamente un **triángulo de 60:30:90 grados**, con la hipotenusa de una longitud aproximadamente el doble que la de la base.

PASO 5

Construid un **Dique de una Piedra (ORD)** aguas abajo del vértice del Deflector.

PASO 6

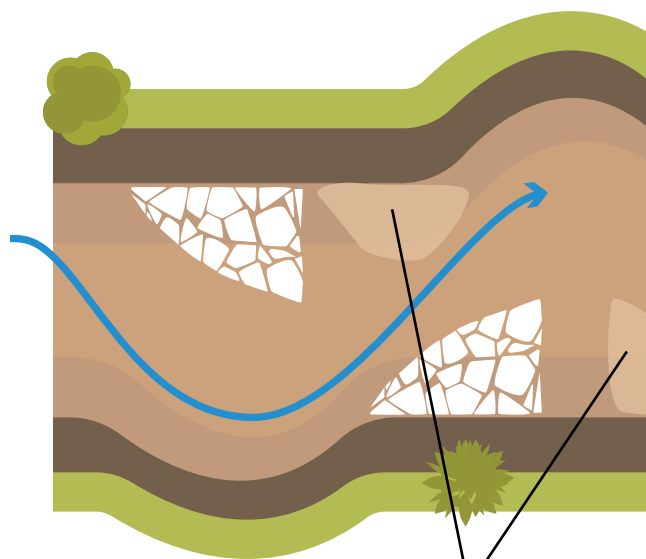
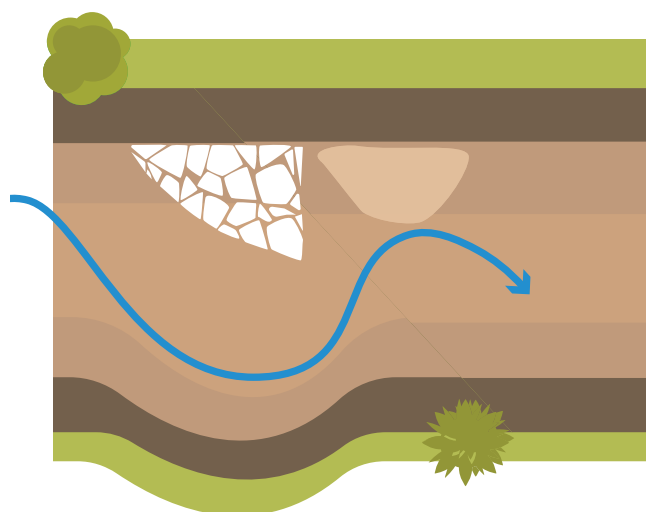
Repetid el proceso anterior para construir **otro Deflector en la margen opuesta, seguido de otro ORD aguas abajo**, para inducir un **patrón de meandros**. Esto **puede repetirse** tantas veces como sea deseable, aguas abajo.

PASO 7

Rellenad los huecos entre las piedras mediante **acuñado (chinking)** en ambas estructuras. Sembrad la estructura con una **mezcla de semillas autóctonas** y/o un cultivo de cobertura (opcional).

PASO 8

Comprobad la **estabilidad de la estructura** caminando sobre ella. Observad si alguna piedra se mueve y necesita ser ajustada o sustituida.



acumulación
de sedimentos



ADAPTACIONES Y MANTENIMIENTO

En zonas donde no hay piedras disponibles, **un Deflector puede construirse utilizando postes de madera clavados firmemente** en el suelo, siguiendo el mismo diseño triangular. También pueden **incorporarse troncos a un Deflector de piedra** para aumentar su estabilidad y ayudar a mantener la

forma triangular. Estos troncos pueden colocarse en el borde aguas arriba o aguas abajo, según la dinámica del flujo y las condiciones del lugar. Sustituid cualquier piedra arrastrada por el agua y asegurala a la estructura.

ELEMENTOS ESENCIALES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

Aunque se han construido Deflectores de muchas formas, **la más eficaz ha demostrado ser el triángulo de 60:30:90 grados**. Las piedras utilizadas en la construcción del deflector deben resistir las fuerzas de las crecidas; sin embargo, **deben tener un tamaño uniforme** para que la superficie de la estructura quede homogénea. Al incorporar troncos a la

estructura, asegúrate de que queden **bien anclados** para evitar su desplazamiento. Los troncos añaden elementos de rugosidad que ayudan a **capturar sedimentos y proporcionan hábitat para la fauna**. La disposición de la serie de Deflectores y ORDs debe seguir el **trazado natural del arroyo** para maximizar su eficacia.

Deflector construido por cuadrillas estacionales de HPWA en Gallinas (verano de 2023).



ESTRUCTURAS DE TRONCOS



¿POR QUÉ CONSTRUIR ESTRUCTURAS CON TRONCOS?

Tras un incendio forestal, los troncos y la madera quemada son extremadamente abundantes. Utilizar madera muerta o quemada permite reaprovechar un recurso local, reduce costes de transporte y aporta materia orgánica que enriquecerá el suelo al descomponerse.

Las siguientes estructuras se construyen **reuniendo y disponiendo troncos (y, en ocasiones, piedras) de diversas longitudes y diámetros**, con el fin de **controlar la erosión, retener sedimentos o reducir la velocidad del agua** en cauces pequeños. Al igual que con las piedras, el uso de troncos para construir estructuras de restauración ofrece múltiples ventajas. **Los troncos suelen ser abundantes en la mayoría de entornos remotos, especialmente después de un incendio forestal, lo que los convierte en un recurso práctico y accesible.** Aprovechar árboles muertos o quemados para proyectos de restauración les da un **propósito significativo**, reutilizando lo que de otro modo se habría desperdiciado, y enriqueciendo el suelo cuando se descompongan. Además, los troncos son naturalmente pesados y, **cuando se colocan correctamente, es poco probable que se desplacen de su posición.**

Si es necesario cortar troncos para realizar estas estructuras, es importante preservar los ejemplares viables de especies autóctonas con capacidad de rebrote (como robles, castaños, fresnos, encinas,

etc.) que aportan biodiversidad y resiliencia al paisaje. Debe priorizarse el uso de ejemplares claramente dañados, especialmente si son de especies abundantes, de crecimiento rápido y alta inflamabilidad, como pinos y eucaliptos.

NOTA DE SEGURIDAD:

Algunas estructuras requerirán la tala de árboles, y en estos casos es recomendable contar con un **motoserrista experimentado** para cortar árboles y troncos. Un motoserrista es la persona de la cuadrilla **formada específicamente** para todo el trabajo con motosierra (tala, troceado, corte, etc.). **Priorizad siempre la seguridad:** la motosierra es una herramienta potente y útil, pero conlleva **muchos riesgos** asociados a un uso o manejo inadecuado. Prestad atención a lo que ocurre por encima y en el entorno inmediato, ya que las vibraciones de la motosierra —o incluso el viento— pueden hacer que las ramas se rompan y caigan de forma inesperada. Estad atentos a los avisos del motoserrista, como "¡Árbol va!" y manteneos a una distancia segura, fuera de la trayectoria de caída del árbol, para evitar lesiones.



ALFOMBRA DE TRONCOS

LOG MAT



Alfombra de Troncos para estabilizar el talud lateral de un cauce, construida por cuadrillas estacionales de HPWA (verano de 2023).

DESCRIPCIÓN Y PROPÓSITO DE RESTAURACIÓN

Una Alfombra de Troncos es una estructura de control de erosión de baja tecnología y basada en la naturaleza, diseñada para **estabilizar cauces encajonados, retener sedimentos y reducir la velocidad del agua**. Se construye disponiendo una sola capa de troncos de forma horizontal a lo largo del lecho del cauce o de sus bordes. Con el tiempo, el sedimento acumulado **eleva el lecho del cauce**, reduciendo la profundidad del encajonamiento y

permitiendo que el agua se distribuya sobre un área más amplia. Las Alfombras de Troncos pueden **evitar que las cárcavas remontantes sigan avanzando** aguas arriba, y ayudan a **mantener la integridad del paisaje** y a reducir una mayor degradación. Son especialmente eficaces para **capturar sedimentos de mayor tamaño**, como gravas y cantos rodados, que suelen movilizarse durante episodios de caudal elevado.

UBICACIONES ADECUADAS

Las Alfombras de Troncos son versátiles y pueden utilizarse **tanto en zonas altas como en humedales**. En zonas altas, ayudan a **estabilizar cauces efímeros o intermitentes que reciben grandes cargas de sedimento durante episodios de tormenta**. En humedales, ayudan a **reconectar el flujo de agua con las laderas circundantes y las llanuras de inundación**. Las Alfombras de Troncos funcionan mejor en tramos sucesivos de transición (cross-

over) de un cauce encajonado o cárcava, que son **las rectas justo antes de una curva**. Esta ubicación permite que la estructura se ancle firmemente en las márgenes del cauce, **reduciendo la probabilidad de desplazamiento** durante episodios de caudal elevado. Son más eficaces en cauces con **velocidades de flujo de moderadas a bajas**, lo que reduce el riesgo de desplazamiento.

PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

PASO 1

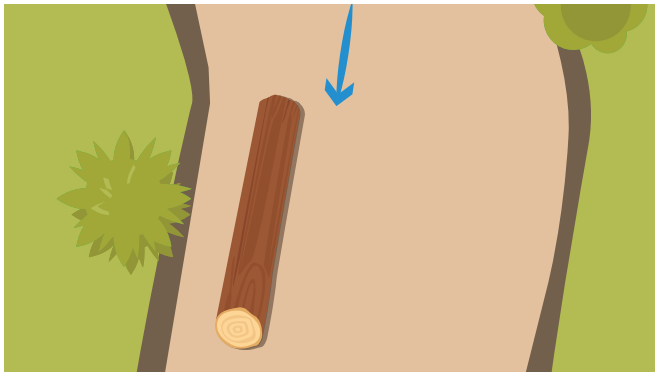
Elegid un **lugar adecuado** para la construcción, teniendo en cuenta los tramos de transición del cauce.

PASO 2

Preparad el sitio **nivelando la superficie del cauce** y retirando piedras o restos.

PASO 3

Coordinaos con el motoserrista para **talar árboles y cortarlos en troncos de longitud similar**. Utilizad **troncos robustos (de 20 a 30 cm de diámetro y entre 1,8 y 2,4 m de longitud)** para construir una estructura **capaz de resistir caudales elevados**. **Desramad** el lado del tronco que quedará hacia abajo, dejando las ramas en la parte superior. Las ramas que sobresalen hacia arriba pueden retener más material. Dejar **algunas ramas en la parte inferior (de 15 a 30 cm)** puede ayudar a anclar la Alfombra de Troncos al terreno cuando escasean las piedras; no obstante, es **fundamental asegurar un buen contacto con la superficie** para evitar que el agua socave la estructura por debajo.

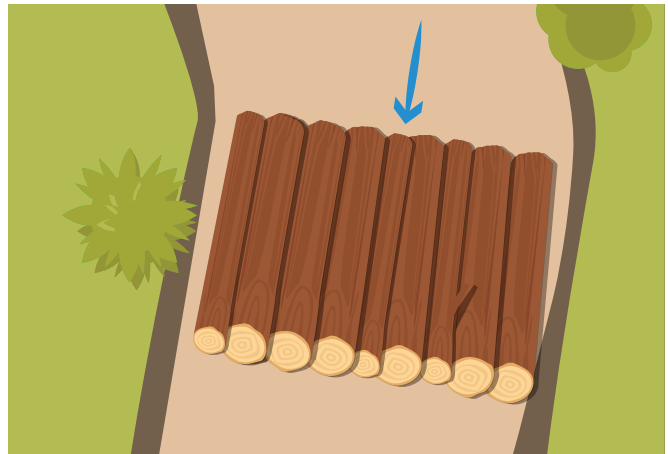


PASO 4

Colocad los troncos en **una sola hilera a lo largo del cauce, en paralelo a la dirección del flujo**. Puede ser necesario girar los troncos y cortar los bordes afilados para que **encajen bien** entre sí. Rellenad los huecos entre troncos mediante **acuñado (chinking)** con piedras, grava y/o ramas.

PASO 5

Revestid con piedras grandes los laterales, y los extremos aguas arriba y aguas abajo de la estructura, para reforzarla.



PASO 6

Comprobad la **estabilidad de la estructura** caminando sobre ella. Observad si algún tronco se mueve y necesita ser ajustado o sustituido.

ADAPTACIONES Y MANTENIMIENTO

Una vez que los troncos hayan **capturado suficiente sedimento** como para elevar el nivel del lecho del cauce, puede **añadirse una segunda capa** a la estructura. Sin embargo, esta segunda capa debe quedar **desplazada, hacia aguas arriba, y con la mitad de longitud** que la Alfombra de Troncos original. Sembrar la estructura ayudará a establecer un nuevo semillero.

Asegurar la estructura con postes en T y alambre es opcional, para los casos en los que escaseen las piedras necesarias para reforzarla. No obstante, se ha comprobado a gran escala que las Alfombras de Troncos funcionan sin necesidad de este tipo de elementos externos, lo que permite reducir costes y evita tener que retirarlos una vez que la estructura ha cumplido su función.

ELEMENTOS ESENCIALES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

Es importante lograr el **mayor contacto directo posible entre la estructura y el suelo**, para que el agua no pase por debajo de los troncos. Deben utilizarse troncos grandes y pesados para las

Alfombras de Troncos, ya que es menos probable que se desplacen; no obstante, esto depende del tamaño del drenaje que se esté tratando y del hidrograma previsto.



Alfombra de Troncos construida por cuadrillas estacionales de HPWA y FSG en Sapello (verano de 2023).

ESCALONAMIENTO DE TRONCOS

LOG STEP-DOWN

DESCRIPCIÓN Y PROPÓSITO DE RESTAURACIÓN

Un Escalonamiento de Troncos o Graderío de Troncos es una estructura de restauración diseñada para **estabilizar cárcavas remontantes profundamente encajonadas**, rellenándolas con troncos apilados. Esta estructura imita la formación natural de cascadas o pozas escalonadas en los arroyos (de forma similar a un Cuenco Zuni), y está diseñada para dividir un único desnivel pronunciado en dos o más caídas más pequeñas y manejables, **reduciendo así la energía del agua al caer**. Esto **ralentiza la erosión y evita que la cárcava siga avanzando aguas arriba**, al tiempo

que favorece la deposición de sedimentos.

Puede utilizarse un Escalonamiento de Troncos cuando la construcción de un Cuenco Zuni no resulta apropiada por **falta de materiales disponibles** (piedra). Los escalonamientos de troncos son también una solución eficaz para restaurar la **conectividad hidrológica**. Al estabilizar la cárcava remontante, ayudan a mantener la integridad de los humedales de ladera y las tierras altas, **reduciendo el riesgo de una mayor degradación**.

UBICACIONES ADECUADAS

Los Escalonamientos de Troncos son apropiados en diversos entornos **donde las cárcavas remontantes amenazan la estabilidad del paisaje**. En tierras altas, son eficaces para **estabilizar cauces efímeros con velocidades de flujo moderadas**, o barrancos donde se están **formando cárcavas remontantes**, previniendo un mayor encajonamiento y erosión, y reduciendo el transporte de sedimentos aguas abajo.

En los humedales de ladera, ayudan a **estabilizar las cabeceras y a mantener la conectividad hidrológica**. Al igual que los Cuencos Zuni, los Escalonamientos de Troncos funcionan mejor para tratar **cárcavas remontantes con un desnivel vertical de 1,2 metros o menos**. Para cárcavas más grandes, puede ser necesario añadir troncos adicionales o recurrir a maquinaria pesada para garantizar el éxito de la estructura.

Escalonamiento de Troncos, construido por cuadrillas estacionales durante su formación en Gallinas (verano de 2023).



ESCALONAMIENTO DE TRONCOS

LOG STEP-DOWN

PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

PASO 1

Elegid un **lugar adecuado para** la construcción.

PASO 2

Reunid y preparad los troncos para la estructura, **talando árboles y cortándolos** al tamaño deseado. Los troncos deben cortarse en longitudes progresivamente más cortas para lograr un efecto de cascada.

PASO 3

Preparad el terreno nivelando la superficie del cauce y eliminando piedras, escombros y otras irregularidades.

PASO 4

Colocad la **primera hilera de troncos en el fondo del**

cauce, en la base de la cárcava remontante. Estos troncos deben ser los más grandes y largos.

PASO 5

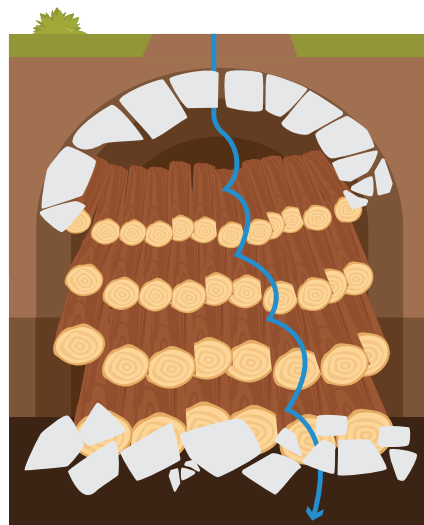
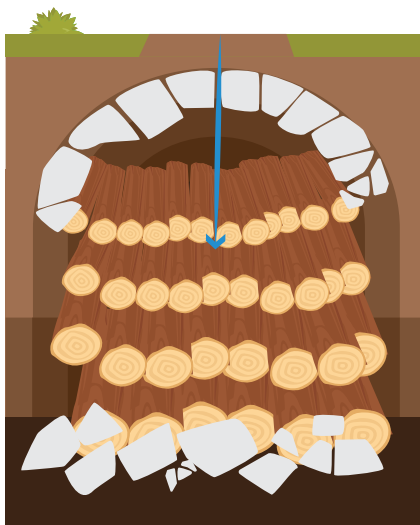
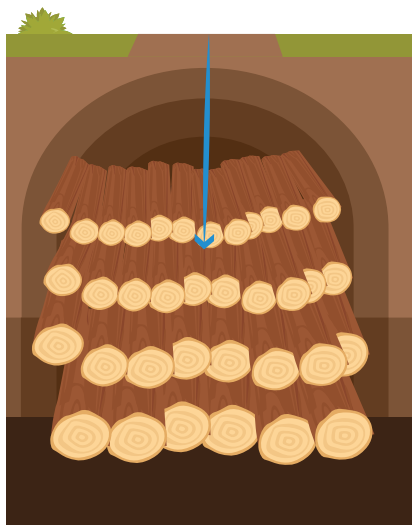
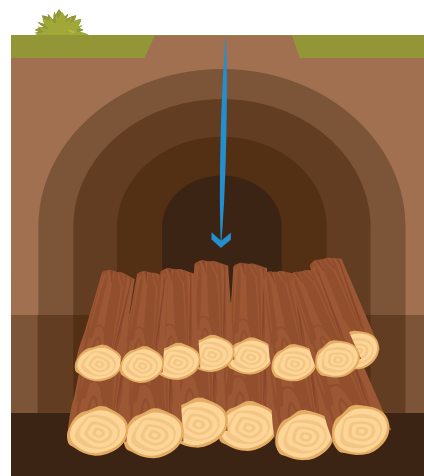
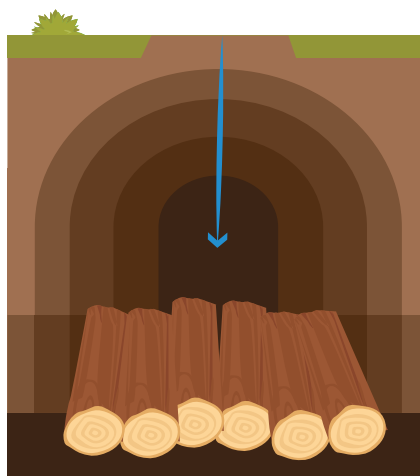
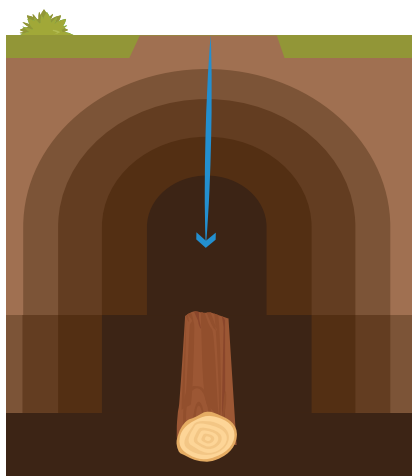
Continuad colocando **hileras de troncos hasta la parte superior de la cárcava, reduciendo progresivamente la longitud** a medida que os acercáis a la cima.

PASO 6

Una vez rellenada la cárcava con troncos, **reforзад la estructura** colocando piedras grandes encima de cada hilera y en cualquier hueco.

PASO 7

Completad el **acñado** (chinking) con piedras pequeñas, grava, ramas o césped, para evitar la socavación.



ESCALONAMIENTO DE TRONCOS

LOG STEP-DOWN

ADAPTACIONES Y MANTENIMIENTO

Es **opcional** colocar postes en T, alambre o tela geotextil entre los troncos y la superficie de la cárcava, en capas sucesivas, para **capturar partículas finas de suelo y retener la humedad**, aunque no es imprescindible. Dependiendo de la calidad y las características de los troncos (por

ejemplo, quemados frente a vivos, pino frente a abeto), estas estructuras **pueden funcionar durante 20 años o más. Sembrar la estructura favorecerá** el crecimiento de plantas alrededor de los laterales y los bordes del escalonamiento.

ELEMENTOS ESENCIALES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

Los Escalonamientos de Troncos **pueden construirse a mano utilizando de tres a cuatro niveles**, con troncos de un **diámetro aproximado de entre 20 y 30 cm**. Los troncos de la parte inferior deben ser los más largos, y **cada nivel debe ir disminuyendo en longitud** para lograr un diseño de **caída escalonada**. Los troncos del nivel superior deben ser ligeramente más largos,

de modo que se apoyen sobre la elevación natural del terreno por encima del borde de la cárcava; esto asegura que los flujos de crecida se dirijan hacia la estructura en lugar de rodearla. Los troncos **pueden recortarse a medida una vez construida la estructura**, según el diseño final deseado.

Cárcava remontante tratada mediante un Escalonamiento de Troncos, construido por cuadrillas estacionales de HPWA en Sapello (otoño de 2023).



REJA DE DESBASTE ATRAPA-SEDIMENTOS

TRASH RACK



Reja de Desbaste Atrapa-sedimentos llena de sedimentos, construida por los equipos estacionales de HPWA y FSG en Sapello (verano de 2023).

DESCRIPCIÓN Y PROPÓSITO DE RESTAURACIÓN

Una Reja de Desbaste Atrapa-sedimentos es una estructura de restauración multifuncional, diseñada para recoger sedimentos y escombros, controlar la erosión y mitigar las crecidas. Se construye combinando troncos y rocas grandes, dispuestos en forma de rampa o de V.

Estas Rejas de Desbaste son especialmente útiles en paisajes afectados por incendios, donde la erosión y el transporte de sedimentos aumentan considerablemente debido a la pérdida de vegetación y a la inestabilidad del suelo.

A diferencia de un dique, una Reja de Desbaste Atrapa-sedimentos no bloquea por completo el flujo de agua; en cambio, **deja pasar el agua a un ritmo más lento, generando un régimen de**

flujo más estable y controlado. Esta ralentización gradual ayuda a proteger las zonas aguas abajo frente a crecidas repentinas, a la vez que permite la deposición de sedimentos aguas arriba. Como el agua puede pasar tanto por encima como a través de la estructura, incorporar un **diseño escalonado** puede ayudar a suavizar el desnivel generado por la Reja. La acumulación de material y la consiguiente agradación o elevación del lecho ayudan a revertir los efectos de un encajonamiento previo, **reconectando el cauce con su llanura de inundación.** Su naturaleza **biodegradable** y el uso de materiales del propio lugar convierten a las Rejas de Desbaste Atrapa-sedimentos en una opción ecológica y sostenible para el control de la erosión y la restauración de cuencas, como todas las estructuras en esta Guía.

UBICACIONES ADECUADAS

*Las Rejas de Desbaste Atrapa-sedimentos pueden utilizarse en diversos entornos, especialmente en **cauces pequeños y efímeros o arroyos intermitentes de paisajes afectados por incendios y propensos a crecidas.** En estas zonas, **mitigan el aumento de sedimentos y escombros provocado por la vegetación quemada y los suelos desestabilizados, reduciendo el riesgo de inundaciones y de sedimentación excesiva aguas abajo.***

Pueden construirse en **cauces efímeros o pequeños arroyos intermitentes** donde el encajonamiento o la erosión de las orillas se está produciendo o se ha producido ya. También resultan **útiles cuando las laderas laterales aportan sedimentos, troncos, escombros o rocas al cauce del arroyo.** Son especialmente indicadas en cauces donde se necesita la agradación (elevación del lecho) para **reconectar el arroyo con su llanura de inundación** — algo particularmente importante en zonas donde un encajonamiento pasado ha desconectado los flujos superficiales de los humedales circundantes.

REJA DE DESBASTE ATRAPA-SEDIMENTOS

TRASH RACK

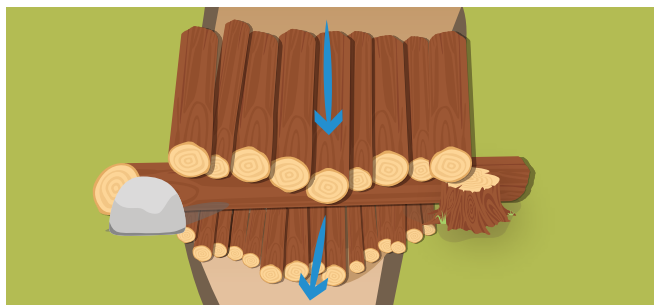
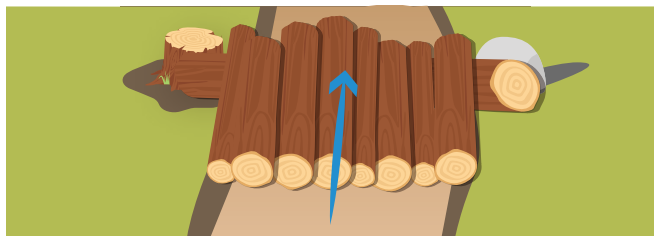
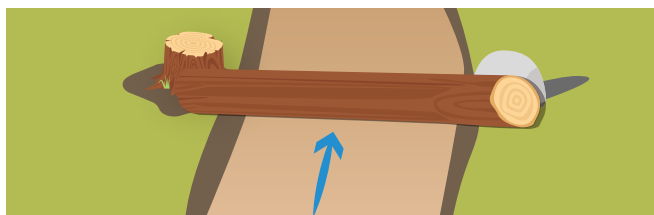
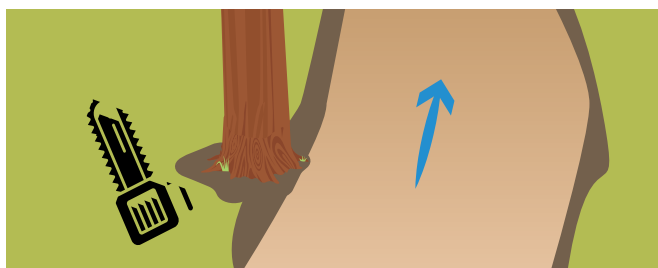
PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

PASO 1

Elegid un **lugar adecuado** para la construcción.

PASO 2

Cortad en alto (dejando un tocón de unos 60 cm) un árbol grande (de más de 25 cm de diámetro) justo al otro lado del cauce; este será el travesaño de la reja. Desplazad el árbol talado hacia aguas arriba/ladera arriba del tocón, para mantener el travesaño en su sitio. Anclad el extremo opuesto con tocones o rocas grandes. Si no hay árboles adecuados junto al lugar elegido, el travesaño puede colocarse en una zanja poco profunda (de 30 a 60 cm de profundidad), excavada perpendicularmente al cauce.



PASO 3

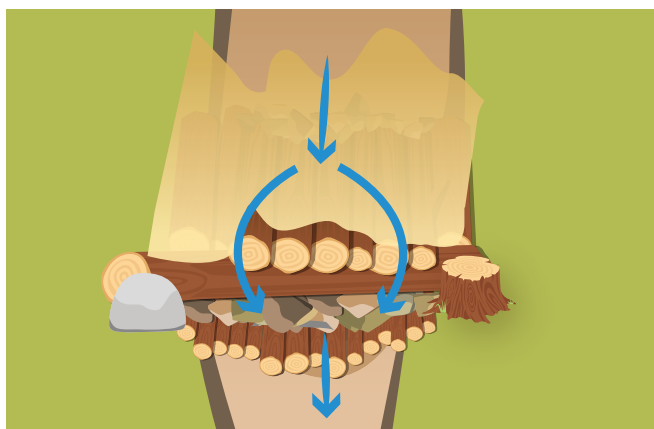
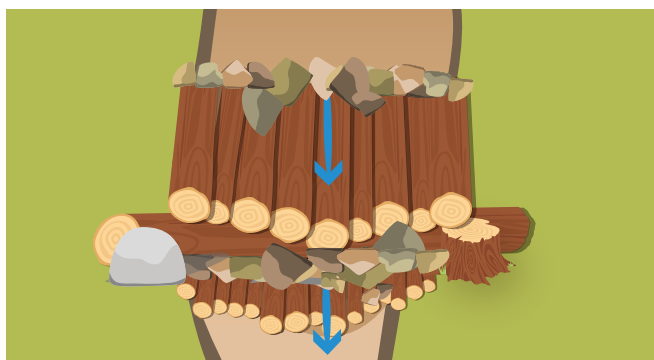
Reunid y preparad los troncos para la estructura, talando árboles adicionales y cortándolos a la longitud deseada. Deben ser lo bastante largos como para apoyarse en el lecho del cauce y llegar hasta el travesaño, sobresaliendo entre 30 y 60 cm por encima de él.

PASO 4

Construid una **rampa con los troncos en el lado aguas arriba**, colocándolos uno junto a otro, con un **extremo apoyado en el lecho y el otro sobre el travesaño**, formando un ángulo aproximado de **30 grados respecto al lecho del cauce**. Podéis dejar algunas irregularidades y ramas en los troncos, siempre que no interfieran con la colocación, para favorecer la retención de escombros y sedimentos. Girad los troncos según sea necesario para **minimizar los huecos entre ellos en la base**.

PASO 5

Para fijar el travesaño principal, clavad varias **estacas verticales** pegadas a él, en el lado aguas abajo, de un grosor mínimo de 10 cm y longitud aproximada



REJA DE DESBASTE ATRAPA-SEDIMENTOS

TRASH RACK

de 1 m, de forma que entren 30–50 cm en el suelo y sobresalgan 50–60 cm sujetando el travesaño. Cortad en punta el extremo que se clava, para facilitar la hinca. Si sobresalen demasiado por encima del travesaño, recortadlas para no estorbar el montaje del resto de la estructura.

PASO 6

Rellenad los huecos entre troncos con maleza y ramas pequeñas. Si es posible, reforzad la parte inferior de la rampa con rocas grandes.

PASO 7

Colocad una **hilera de troncos y/o rocas detrás de la estructura (en el extremo aguas abajo) y por debajo de ella**, para evitar la formación de pozas de erosión y socavación; esta hilera actuará como **cojín de amortiguación** (splash pad). Rellenad cualquier hueco, tanto aguas arriba como aguas abajo, con **acuífado** de piedras o ramas pequeñas. También puede incorporarse una **estructura de caída de troncos**.

ADAPTACIONES Y MANTENIMIENTO

Una vez que la estructura haya acumulado una cantidad significativa de sedimentos, **puede construirse otra Reja de Desbaste, ya sea aguas arriba o aguas abajo** de la original. **Sembrar** la estructura antes de que se acumule el sedimento ayudará a establecer un semillero; sembrar

posteriormente sobre el sedimento ya acumulado también contribuirá a estabilizarlo. Los troncos pueden ser arrastrados por la corriente, siendo necesario sustituirlos por otros más pesados o recolocarlos con un ángulo distinto.

ELEMENTOS ESENCIALES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

Utilizad un **tronco grande (de 25 cm de diámetro o más) como travesaño**, para mayor estabilidad. Los troncos verticales también deben ser **grandes (de 20 a 30 cm de diámetro)**, para mayor resistencia, y deben **cubrir todo el ancho del cauce**, cerrando el espacio entre el borde del cauce y el resto de la estructura — los troncos más cercanos al borde serán los más cortos. Al colocar los troncos sobre el travesaño, mantenedlos en un **ángulo no superior a 45 grados**, aunque **preferiblemente de 30 grados**.

Las rocas empleadas deben ser lo bastante **grandes como para resistir el desplazamiento por el agua**, salvo las que se usen como acuífado.

En cauces muy encajonados y con erosión activa (como suele ocurrir tras un incendio), una serie de Rejas de Desbaste (separadas entre 6 y 30 metros aproximadamente) puede resultar muy útil para retener grandes cantidades de sedimento y revertir el encajonamiento.

Reja de Desbaste Atrapa-sedimentos en Sapello (verano de 2023).



APEO DE TRONCOS EN CURVA DE NIVEL

CONTOUR FELLING



DESCRIPCIÓN Y PROPÓSITO DE RESTAURACIÓN

El Apeo de Troncos, realizado siempre en curva de nivel, es un tratamiento de laderas diseñado para estabilizar los suelos, reducir la erosión y favorecer la recuperación en paisajes escarpados que han sufrido perturbaciones. Consiste en colocar troncos talados en hileras siguiendo el contorno del terreno de forma perpendicular a la pendiente en una trayectoria igual o parecida a las curvas de nivel, para crear **barreras físicas al agua y la ceniza** que descienden por la ladera, aumentar la infiltración del agua y frenar la erosión. Para mejorar la efectividad hay que asegurar el **contacto directo con el suelo**, **rellenando los huecos debajo de los troncos**, si los hubiera, con materiales como **haces de ramas o fajinas de vegetación** y, si no la hubiera, con **piedras o tierra prensada excavada por encima del tronco**.

Es más fácil ejecutar un **mosaico de troncos** cortando la pendiente como se aprecia en la foto, que una línea larga de troncos y ramas.

En el **mosaico**, muy apto para **pinares quemados o similar**, cada tronco se corta con la intención de que caiga en la dirección deseada, perpendicular a la pendiente, y luego se ajusta un poco si es necesario con un nivel de obra largo o un agronivel.

En el caso de **una línea larga continua de troncos y ramas**, **sí es importante que dicha línea vaya en curva de nivel**, ya que se va a acumular más cantidad de agua. Esta acción solo será posible en escenarios donde haya muchos restos vegetales medio quemados como troncos y arbustos.

APEO DE TRONCOS EN CURVA DE NIVEL

CONTOUR FELLING

Las curvas de nivel pueden visualizarse mejor sobre un mapa topográfico, pero lo **esencial es que los troncos queden colocados en línea recta a la misma elevación. Si no se dispone del mapa topográfico y el equipo necesario para verlo en el terreno, se pueden ir trazando curvas de nivel con nivel láser, agronivel, o niveles de manguera.**

Los troncos actúan como **barreras que ralentizan el movimiento del agua**, retienen sedimentos y reducen la escorrentía superficial. Con el tiempo, el

Apeo de Troncos **favorece la infiltración del agua, estabiliza los suelos sueltos y crea un medio propicio** para el crecimiento de la vegetación. También son lugares idóneos para sembrar semillas de herbáceas, arbustos y árboles, ya que se va a ir concentrando humedad y fertilidad en esas líneas. Los troncos colocados siguiendo las curvas de nivel **pueden combinarse con otros métodos de restauración, como las Zanjas de Desvío y Dispersión**, descritas más adelante.

UBICACIONES ADECUADAS

El Apeo de Troncos en curva de nivel es especialmente adecuado para laderas en zonas que han sufrido incendios de moderados a severos, donde se ha perdido la cubierta vegetal y los suelos han quedado desnudos o hidrófobos.

Como se ha mencionado, los troncos deben colocarse siguiendo estrictamente el contorno del terreno. Es una metodología eficaz en pendientes

de hasta el 60 %; en pendientes mayores puede ser necesario un tratamiento distinto. Resulta **menos eficaz en zonas rocosas o de terreno irregular, donde es difícil lograr un buen contacto entre los troncos y el suelo.** En estos casos una alternativa viable es **cortar los troncos en tramos más pequeños para encajarlos en las irregularidades del terreno o entre las rocas.**

PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

PASO 1

Localizad una zona que haya sufrido un **incendio moderado a grave.**

PASO 2

Determinad la **pendiente** e identificad el **contorno del terreno o patrón de curvas de nivel, marcándolo con banderines, palitos pintados de colores llamativos o rayando la ceniza con el pie o un palo.** Esto permitirá establecer la alineación transversal adecuada de los troncos.

PASO 3

Cortad árboles del tamaño adecuado cerca de la línea de contorno, haciéndolos rodar ladera abajo si hace falta (siempre prestando gran atención a la

seguridad de todas las personas). Dejad los **tocones a una altura aproximada de 30-50 cm**, para apuntalar los troncos talados.

Si hay mucha cantidad de troncos disponibles, se pueden talar en la dirección deseada cortando la pendiente, y después ajustarlos al nivel con la ayuda de un nivel de obra largo, un agronivel o un nivel de manguera. Esto nos ahorraría el paso 2, que en algunos casos puede llevar mucho tiempo, y puede ser una estrategia también muy efectiva en pendientes con muchos pliegues o con rocas.

PASO 4

Retirad las **ramas de los árboles** y reservadlas para colocarlas encima o debajo de la estructura.

APEO DE TRONCOS EN CURVA DE NIVEL

CONTOUR FELLING

PASO 5

Colocad el tronco siguiendo la línea de contorno y fijadlo de manera que quede **plano y en contacto total con el suelo**. A menudo se utilizan **estacas para fijar** los troncos principales. **Rellenad con tierra y restos de tala para asegurarlo** y evitar que el agua se filtre por debajo. Como alternativa, colocad el tronco en una **zanja poco profunda**, lo bastante larga como para alojar el tronco entero o parte de él. También pueden hacerse cortes en la parte inferior del tronco para que se asiente mejor contra el suelo.

PASO 6

Utilizad los **restos de tala para rellenar** cualquier hueco en la estructura, y así facilitar la sedimentación. Si no hay restos vegetales pequeños, se pueden utilizar también piedras y/o tierra prensada con los pies.

ADAPTACIONES Y MANTENIMIENTO

También un mosaico de troncos sueltos a nivel puede ser muy eficaz, como hemos dicho antes. Si tiene éxito, **la estructura capturará una cantidad significativa de sedimentos, estabilizará el suelo y favorecerá el crecimiento de vegetación.** Si es posible, sembrad la zona ladera arriba de los troncos para estimular el crecimiento de las plantas. Estas estructuras **suelen durar entre uno y dos años, y pueden requerir mantenimiento ocasional**, como sustituir troncos desplazados o volver a acuñarlos para mantener un buen ajuste con el suelo. **Acuñar bien la estructura con tierra, piedras y restos de tala ayuda a estabilizarla. Anclar el tronco con estacas**, también entre dos tocones o rocas grandes, contribuye a mantenerlo en su sitio.

PASO 7

Continuad colocando troncos en hilera siguiendo la línea de contorno. A medida que descendáis por la ladera, podéis disponer los troncos en zigzag o en terrazas, para favorecer el movimiento del suelo entre ellos. Construid **hileras adicionales a lo largo de la pendiente** hasta cubrir el área. **Las hileras pueden separarse hasta 30 metros entre sí — incluso una sola hilera de troncos puede ser eficaz.**

ELEMENTOS ESENCIALES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

Es fundamental mantener el contacto directo con el suelo al construir esta estructura: sin un contacto total con el terreno, el agua fluirá por debajo del tronco, formando canales y aumentando la erosión. Se recomienda encarecidamente que **un equipo trabaje detrás del motoserrista**, cavando pequeños canales de desvío siguiendo el contorno, compactando la maleza o preparando un lecho de piedra bajo el tronco.

Según la zona de tratamiento, **la tala e instalación de Apeos de Troncos en curva de nivel pueden resultar costosas y requerir mano de obra especializada.** Es importante **colocar los troncos con precisión** para asegurar el buen funcionamiento de la estructura: se ha observado que estas estructuras reducen significativamente la erosión, pero una colocación imprecisa con más de un 2,5 % de desnivel (es decir, más de 2,5 metros de descenso de altitud por cada 100 metros de longitud) reduce drásticamente su capacidad de retener sedimento.

MONTONES DE RAMAJE PARA FAUNA

WILDLIFE SLASH PILES

DESCRIPCIÓN Y PROPÓSITO DE RESTAURACIÓN

Al terminar de construir las estructuras de troncos, **suele sobrar material** (troncos adicionales, ramas, restos de tala, etc.), aunque no siempre en cantidad suficiente para levantar una estructura nueva. En estos casos, pueden **amontonarse o construirse pilas de restos para ofrecer refugio a la fauna**

silvestre que haya perdido su hábitat a causa de un incendio, además de crear un medio favorable para la **germinación de semillas**. Estas pilas también protegen la superficie del suelo frente a la erosión, al cubrir el terreno desnudo.

UBICACIONES ADECUADAS

Los montones de ramaje para fauna pueden construirse en **entornos muy variados**: campos abiertos, pastizales, barrancos, etc. Los **hábitats perturbados donde escasea el refugio para la vida silvestre** son un lugar idóneo para este tipo de estructuras, y las zonas con abundante material

leñoso son las más adecuadas para construirlas — aunque también pueden emplearse otros materiales. Si tiene éxito, la estructura proporcionará **hábitat y protección frente a depredadores y a las inclemencias del tiempo**.

PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

PASO 1

Comenzad **disponiendo los materiales más grandes**, como troncos, para formar la base de la estructura.

PASO 2

Colocad **ramas y restos** de tala alrededor de la estructura, **apilándolos** unos sobre otros.

PASO 3

Esparcid semillas dentro y alrededor de la estructura, para favorecer el crecimiento de la vegetación.

ZANJAS DE DESVÍO Y DISPERSIÓN

CONVEYANCE SWALES / WORM DITCHES

DESCRIPCIÓN Y PROPÓSITO DE RESTAURACIÓN

Una **Zanja de Desvío y Dispersión** (a veces llamada zanja serpenteante -worm ditch- por su forma) es una **zanja no lineal, sinuosa, poco profunda y excavada a mano, utilizada para transportar agua y volver a humedecer llanuras de inundación y humedales** cuyo flujo superficial se ha visto restringido. También se emplea para **distribuir**, sobre la superficie de un humedal, el agua procedente de cauces en erosión o en proceso de encajonamiento. Esto ayuda a que el agua llegue a zonas donde la vegetación pueda aprovecharla, y previene inundaciones al **ofrecer distintas vías de salida al agua**.

PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

PASO 1

Cavad una **zanja de forma sinuosa**, alejándola del flujo canalizado y siempre en descenso. No hace falta hacer mediciones topográficas; lo que buscamos es sacar el agua lateralmente de la cárcava o el arroyo erosionado hacia llanuras de inundación o lugares planos situados al lado de dicha cárcava, a los que no llega el flujo de agua porque circula a un nivel más bajo debido a la erosión.

PASO 2

Reforzad los laterales de la zanja con piedras o vegetación para estabilizar la superficie.

ADAPTACIONES Y MANTENIMIENTO

Si la zanja se erosiona o se llena de sedimentos, puede ser necesario **repararla**, volviendo a excavarla y retirando lo acumulado. **En particular tras un incendio y con las primeras lluvias abundantes, es importante vigilar y mantener** las zanjas, para evitar causar males mayores.

Esta estructura puede utilizarse para **alejar el flujo de agua de otras construcciones**, reduciendo así su fuerza erosiva. También puede **combinarse con otras estructuras** para mejorar la conectividad con la llanura de inundación.

UBICACIONES ADECUADAS

Estos canales se construyen en **zonas donde se está produciendo erosión superficial y el lecho del cauce ya no puede alcanzar su llanura de inundación**. Excavar uno de estos canales desde una zona de flujo confinado puede ayudar a **restaurar un flujo laminar de baja pendiente hacia zonas secas cercanas**. También pueden usarse para **desviar el agua de caminos de tierra**, mediante excavaciones que la conduzcan desde el camino hacia la llanura de inundación. Otros usos habituales incluyen **desviar el flujo alrededor de una cárcava remontante, o reconectar el lecho del cauce con su llanura de inundación**.

PASO 3

Inspeccionad periódicamente la zanja y **retirad los escombros** que hayan podido caer en ella. Especialmente si no habéis podido reforzar los laterales con piedras o vegetación, la inspección deberá hacerse después de cada evento de lluvia, sobre todo, en la primera estación de lluvia tras el incendio.

ELEMENTOS ESENCIALES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

Es importante que la zanja vaya en descenso, con una pendiente para que el **agua fluya lentamente por gravedad sin causar erosión y permitiendo la infiltración** del agua en el suelo.

Al excavar la zanja, procurad **no retirar las piedras grandes que estén incrustadas en el suelo**, ya que hacerlo puede provocar erosión. Haced la zanja lo bastante ancha como para que pueda circular una cantidad considerable de agua, pero sin excederos. **El canal debe serpentear** junto a la zona afectada —sin discurrir en línea recta por ella—, aunque **sí puede usarse para ayudar a que otras estructuras funcionen** correctamente. Debe tener **al menos 60 cm de ancho y 30 cm de profundidad**. Para desviar el flujo alrededor de una cárcava remontante, el ancho y la profundidad del canal deben **igualar los del cauce** situado por encima de la cárcava.

GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS

POR ORDEN ALFABÉTICO

ABANICO ALUVIAL (Alluvial Fan): Depósito de sedimentos en forma de abanico formado cuando un cauce de montaña llega a una zona llana y pierde velocidad.

ABRASIÓN (Abrasion): Desgaste de una superficie (suelo, roca o una estructura) causado por la fricción del agua al arrastrar sedimentos, arena o gravilla contra ella.

ACCIÓN CAPILAR (Capillary Action): Movimiento del agua a través del suelo hacia arriba, en contra de la gravedad, que ayuda a sostener la humedad disponible para las plantas.

ACOLMATAR: Rellenar de sedimentos un cauce, elevando su lecho.

ACUÑADO o ENRIPIADO (Chinking): Acción de rellenar los huecos entre piedras o troncos grandes insertando piedras pequeñas, grava, ripios, tierra o ramas, si necesario golpeándolas con una maza para asegurar un buen encaje.

AGRADACIÓN (Aggrade): Elevar el nivel del lecho de un arroyo mediante la deposición y acumulación progresiva de sedimentos.

AGRONIVEL / APARATO A / NIVEL A: Herramienta agrícola de bajo coste con forma de letra "A" que sirve para medir el desnivel y trazar curvas a nivel en terrenos con pendiente.

APILADO DE CANTO o HILADA A SARDINEL (Book Stacking): Método para colocar piedras planas verticales de canto, una junto a otra, aumentando la estabilidad y altura estructural.

ARROYO EFÍMERO (Ephemeral Stream): Cauce que fluye únicamente durante e inmediatamente después de episodios de lluvia o tormentas.

ARROYO INTERMITENTE (Intermittent Stream): Cauce que fluye durante ciertas estaciones del año (por ejemplo, deshielo o monzones) y permanece seco el resto del año.

ARROYO PERENNE (Perennial Stream): Cauce con flujo de agua continuo durante todo el año, sostenido por aguas subterráneas y precipitaciones constantes.

BARRAS DE SEDIMENTO / DE MEANDRO / DE PUNTA: Acumulación de arena o grava en el interior de una curva del cauce, donde la corriente pierde velocidad. Su formación indica que el cauce está desarrollando un patrón de meandros.

BIODEGRADABLE: Que puede descomponerse de forma natural por la acción de microorganismos, sin dejar residuos artificiales persistentes en el medio ambiente.

CANAL (Channel): Zanja o conducto, natural o construido a mano, por el que se dirige o transporta el agua. En esta guía se usa específicamente para las estructuras del tipo Zanja de Desvío y Dispersión, para distinguirlo del cauce natural de un arroyo.

CAUCE (Channel): Límites físicos de un sistema de drenaje de agua —como un río, arroyo o riachuelo— formados por el lecho (ver abajo) y las orillas.

*Nota: el original en inglés usa 'Channel' para ambos conceptos; esta guía los distingue en castellano.

CÁRCAVA (Gully): Canal estrecho y encajonado en el terreno, formado por la erosión del agua, típico de laderas o regiones áridas.

CÁRCAVA REMONTANTE (Headcut): Salto vertical o escalón pronunciado en el lecho de un cauce o en la superficie del terreno, formado por procesos de erosión, que tiende a migrar aguas arriba y provoca una mayor degradación.

COJÍN DE AMORTIGUACIÓN o ZAPATA (Splash Pad / Footer): Capa o lecho de piedras o troncos colocado aguas abajo de una estructura y diseñado para amortiguar el impacto vertical del agua que cae desde una altura, evitando que se socave el suelo y se cree una fosa de erosión (scour pool).

CONTROL DE RASANTE (Grade Control): Técnicas empleadas para gestionar y estabilizar la elevación y la pendiente del terreno o del lecho de un cauce, con el fin de reducir la erosión y el transporte de sedimentos.

COTA / NIVEL DEL TERRENO (Grade): La altura o elevación de la superficie del suelo en un punto concreto, en relación con el terreno que lo rodea y con el nivel del mar. Es un concepto clave para construir bien las estructuras de esta guía: si una estructura queda más alta o más baja que el terreno de alrededor, el agua no la atravesará como está previsto, sino que la rodeará por los lados o por debajo, creando nuevas cárcavas o socavando lo ya construido.

CRUCE o TRANSICIÓN (Cross-over): Tramo recto de un arroyo situado entre dos meandros.

CUENCA HIDROGRÁFICA (Watershed): Área de terreno donde toda el agua procedente de la lluvia o del deshielo drena hacia un cuerpo de agua común, como un río, un lago o el océano.

ENCAJONADO / ATRINCHERADO (Entrenched): Describe un cauce ya incidido (cárcava) que ha quedado desconectado de su llanura de inundación durante las crecidas, caracterizado por orillas verticales y un canal estrecho y profundo.

ENCAJONAMIENTO / INCISIÓN (Downcutting / Incision): Proceso erosivo vertical que profundiza el lecho de un cauce, separándolo de su llanura de inundación y creando cárcavas.

ESCORRENTÍA (Runoff): Agua de lluvia o deshielo que se desplaza sobre la superficie del terreno en lugar de infiltrarse en el suelo. Es distinta de la "escorrentía laminar" (más abajo), que describe específicamente cómo se desplaza esa agua antes de concentrarse en canales.

FAJINA: Haz de ramas flexibles atadas entre sí, utilizado en obras de bioingeniería de suelos para estabilizar taludes o rellenar pequeñas cárcavas.

FLUJO o ESCORRENTÍA LAMINAR (Sheet Flow): Agua que corre en capa fina y dispersa sobre el terreno, antes de concentrarse en canales.

FOSA DE EROSIÓN (Scour Pool): Depresión o agujero que se forma en el lecho de un cauce cuando el agua, al caer o fluir con fuerza, socava y arrastra el material del fondo. Es precisamente lo que estructuras como la zapata (splash pad) o la solera de disipación (splash apron) están diseñadas para evitar.

GANADERÍA REGENERATIVA: Modelo de gestión del ganado que imita el patrón natural de movimiento de los grandes herbívoros salvajes, mediante un pastoreo dirigido con alta carga animal durante periodos cortos en cada parcela, seguido de largos periodos de descanso para que la vegetación se recupere plenamente. Bien gestionado, este pastoreo regenera la vida del suelo, aumenta su capacidad de infiltrar y retener agua, y mejora la fertilidad y la biodiversidad del territorio — factores clave para la resiliencia de un paisaje frente a incendios, sequías o lluvias intensas. Más información: agriculturaregenerativa.es/ganaderia-regenerativa

GEOTEXTIL: Tela (sintética o de fibra natural) que se coloca entre capas de tierra o troncos para retener partículas finas de suelo y ayudar a conservar la humedad.

HÁBITAT: Entorno natural en el que vive y se desarrolla normalmente una especie o comunidad de fauna y flora.

HIDRÓFOBICO (Hydrophobic): Suelo repelente al agua debido a las altas temperaturas sufridas durante un incendio forestal.

HIDROGRAMA (Hydrograph): Gráfico que muestra cómo varía el caudal de un arroyo a lo largo del tiempo, especialmente durante y después de una tormenta. Sirve para prever cuánta agua y con qué fuerza puede llegar a una estructura, y por tanto para dimensionarla adecuadamente.

LECHO (Streambed): El fondo del cauce, la superficie sobre la que discurre el agua, diferenciada de las orillas o taludes laterales.

LLANURA DE INUNDACIÓN o VEGA (Floodplain): Zona llana contigua al cauce que se inunda periódicamente durante las crecidas de agua.

LTPBR (Low-Tech Process-Based Restoration): Siglas en inglés que dan nombre al enfoque general de toda la guía: "restauración basada en procesos mediante soluciones de baja tecnología".

MEANDRO (Meander): Curva pronunciada en el trazado de un arroyo o río.

MITIGACIÓN (Mitigation): Medidas adoptadas para reducir o minimizar impactos adversos, como la erosión o las inundaciones.

MOTOSERRISTA (Sawyer): Persona capacitada en el manejo seguro de motosierras para la tala y troceado.

NIVEL DEL TERRENO (Grade): Ver COTA.

NIVEL FREÁTICO (Water Table): Profundidad a la que se encuentra el agua subterránea dentro del suelo.

POSTES EN T (T-Posts): Postes metálicos que se clavan en el suelo, usados de forma opcional para anclar estructuras o sujetar alambre.

POZA DE DISIPACIÓN (Plunge Pool): Poza de agua excavada o revestida de rocas al pie de un salto de agua para absorber la energía del impacto.

RECARGA (de aguas subterráneas) (Recharge): Proceso por el cual el agua se infiltra en el suelo y repone las reservas de agua subterránea. Mencionada como uno de los objetivos clave de la restauración.

REGUERO (Rill): Pequeños canales de erosión incipiente, más pequeños que una cárcava, formados por la concentración inicial del flujo laminar. Es un término intermedio en la escala de erosión: reguero → cárcava → cárcava remontante.

RESTAURACIÓN (Restoration): Proceso de devolver un paisaje, hábitat o cuerpo de agua degradado a un estado más saludable y funcional.

SACO DE ARPILLERA (Sandbag): Saco resistente relleno de tierra o arcilla local, utilizado generalmente como sustituto de las piedras. Debe estar hecho de materiales naturales (por ejemplo, yute) y no debe emplearse en lugares donde se necesite protección a largo plazo.

SEDIMENTO (Sediment): Partículas de suelo, arena y materia orgánica transportadas por el agua, que a menudo se depositan en los lechos de los arroyos y en las llanuras de inundación.

SEMBRADO (de la estructura): Paso opcional que aparece en las estructuras de esta guía, consistente en esparcir semillas para acelerar el establecimiento de vegetación. La guía indica usar una mezcla de semillas autóctonas (propias de la zona) y/o un cultivo de cobertura no autóctono estéril (para que no pueda reproducirse ni propagarse por sí misma más allá de la estructura: cumple su función temporal de cubrir y fijar el suelo mientras la vegetación autóctona se establece).

SINUOSO (Sinuous): Que tiene un curso serpenteante o curvo; término empleado a menudo para describir arroyos con meandros o Zanjas de Desvío y Dispersión.

SLOW IT, SPREAD IT, SINK IT: Aliteración en inglés que resume el objetivo a tener en mente: reducir la velocidad del flujo de agua de escorrentía superficial, distribuirla a lo largo del paisaje e infiltrarla en el suelo para aumentar las tasas de recarga de los acuíferos.

SOCAVACIÓN (Undermining): Proceso de erosión de la base o los cimientos de una estructura, que provoca su debilitamiento o colapso.

SOLERA DE AMORTIGUACIÓN o de DISIPACIÓN (Splash Apron): Extensión horizontal o "delantal" de piedras diseñado para disipar la fuerza horizontal del agua que fluye a ras de suelo y sale de una estructura, evitando que el agua erosione el lecho del canal inmediatamente aguas abajo.

TRANSICIÓN o CRUCE (Cross-over): Tramo recto de un arroyo situado entre dos meandros.

VEGA (Floodplain): Ver LLANURA DE INUNDACIÓN

VERTEDERO (Pour Over): Punto donde el agua cae verticalmente desde una cárcava remontante u otra estructura.

YUTE (Jute): Fibra vegetal natural y biodegradable, utilizada para fabricar sacos de arpillera y otros materiales textiles usados en estas estructuras cuando se necesita una alternativa temporal a la piedra.

ZAPATA (Splash Pad / Footer): Ver COJÍN DE AMORTIGUACIÓN

REFERENCIAS Y AUTORÍA

Esta Guía se complementa con una **serie de videos sobre restauración post-incendio** que está desarrollando la alianza Hermit's Peak Watershed Alliance. El primero de ellos es una introducción a los impactos de los incendios graves en las cuencas hidrográficas, seguido de un video que muestra la construcción de las estructuras descritas en esta Guía. Puedes acceder a estos videos a través de www.agriculturaregenerativa.es/incendios. Activa la traducción automática de subtítulos en el idioma que desees.

La organización **Quivira Coalition** también cuenta con numerosos recursos relacionados y de gran utilidad en su página web. Agradecemos su dedicación al crear materiales tan útiles y su generosidad al permitirnos traducir, adaptar y ponerlos a disposición del público hispanoparlante.

Documento original elaborado por: Bill Zeedyk, Estevan Gonzales (HPWA), Lea Knutson (HPWA), Kristina Fisher (AWF), Cameron Weber (Rio Grande Return & AWF), Reid Whittlesey (Rio Grande Return) y Anica Wong (Quivira Coalition).

Publicación de referencia: *'Let the Water Do the Work: Induced Meandering'* (Bill Zeedyk & Van Clothier, 2009). Desafortunadamente este libro en su versión original completa solo puede comprarse en EEUU a través de Quivira Coalition.

Web de referencia de Bill Zeedyk: recomendamos su página <https://thinkinglikewater.com> - en particular la sección Blog y también su serie documental en 5 capítulos que puede alquilarse para visionado.

Página web en castellano de Brad Lancaster: recomendamos su página en español <https://cosechadeaguadelluvia.com/> y sus libros titulados *Rainwater Harvesting in dryland and Beyond*. Vol I and II. El Vol. I ha sido recientemente traducido al español.

Traducción técnica de esta Guía adaptada al castellano: Elaborada por la [Asociación de Agricultura Regenerativa](#) en Iberia.

La Asociación de Agricultura Regenerativa: es una entidad pionera en el sector, introductora de la Agricultura Regenerativa en Iberia desde el 2010 de la mano de reconocidos expertos internacionales y nacionales. Servimos al creciente colectivo de personas, familias y empresas productoras pioneras en la regeneración de Iberia, ofreciendo formación, asesoría, visibilidad, coordinación y portavocía.

En la web www.agriculturaregenerativa.es encontrarás muchos recursos y en su portada están los links a los perfiles en redes sociales.

AVISO LEGAL:

Esta Guía tiene carácter orientativo. Se recomienda realizar un diagnóstico previo del ecosistema y planificar el seguimiento posterior de las intervenciones. Cada intervención debe adaptarse al terreno, contar con acompañamiento técnico, con los medios adecuados y los permisos necesarios. Es responsabilidad de cada persona, grupo o entidad verificar la normativa vigente aplicable y obtener, cuando proceda, las autorizaciones de la administración competente (hidráulica, forestal, de fauna, municipal, autonómica o estatal, de espacios naturales protegidos, etc.) antes de actuar. Los autores no se hacen responsables de los impactos derivados de un uso inadecuado de estas técnicas o del incumplimiento de la normativa aplicable.

