

VI CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE INGENIERIA DEL PAISAJE. Septiembre de 2009.

TITULO:

RESTAURACION HIDROLOGICA DE CARCAVAS EN JABALQUINTO (JAÉN).

Autores: CONTRERAS, V. (1), AGUILAR, A. (2) y ROZALÉN, R (3)

- (1) Director General del Grupo. valentincontreras@bonterraiberica.com
- (2) Directora de Producción. a.aguilar@bonterraiberica.com
- (3) Directora Comercial. raquelfernandez@bonterraiberica.com

De las empresas Bonterra Ibérica, s.l. y Paisajes del Sur, s.l.-
C/ Atlanta 4.Local.18014-Granada.
Telf.902-200502.-

RESUMEN

La acción de determinadas prácticas agrícolas y forestales, o de sobrecarga ganadera, los incendios forestales, la ejecución de obras, etc. favorecen el fenómeno de la erosión debido a la insuficiente capacidad de regeneración del suelo para contrarrestar las pérdidas producidas por la desaparición de la cubierta vegetal.

Se ha comprobado como tras la desaparición de esta cubierta los arrastres sólidos son máximos al principio y van disminuyendo progresivamente a medida que los cauces se van consolidando y regenerando la cubierta vegetal de su entorno.

La restauración hidrológico-forestal ha tratado tradicionalmente de la regulación hídrica de una cuenca, apoyándose fundamentalmente en el establecimiento de diques y de repoblaciones forestales, en algunas ocasiones, técnicas de bioingeniería tradicional al utilizar ramas, troncos, etc. y, cada vez con mayor frecuencia, geotextiles y mantas orgánicas.

En la agricultura, donde se presentan el mayor impacto ambiental a nivel global y local de pérdidas de suelo por erosión, las prácticas de control de la misma se siguen de forma extensiva mediante técnicas de no laboreo con o sin cubierta vegetal, donde estas prácticas están cada vez más extendidas, pero donde no se resuelve el problema y no se hace prácticamente nada es en los canales de desagüe naturales tal cual son las cárcavas o barranqueras.

Con la presentación de este trabajo se pretende ofrecer un ejemplo de restauración en cárcavas, de aplicación en restauración hidrológica-forestal y en cultivos, mediante el revestimiento con mantas orgánicas de distintos tipos de los regueros, interviniendo de forma más contundente con el empleo de gaviones flexibles en determinados puntos tal cual son las embocaduras y curvaturas muy pronunciadas de las barranqueras.

Con este tipo de actuación se consigue, y así se mostrará, disminuir la altura del perfil mojado, aumentar la anchura del mismo, disipar su caudal aumentando la rugosidad, disminuyendo su velocidad, favoreciendo la sedimentación y aumentando la infiltración.

(P.C.): Erosión, Cárcavas, Barranqueras, Restauración, Mantas orgánicas, Micro cuencas.

1.- INTRODUCCIÓN

La realización de determinadas prácticas agrícolas y forestales, la sobrecarga ganadera, los incendios forestales, la ejecución de obras, etc. favorecen el fenómeno de la erosión debido a la insuficiente capacidad de regeneración del suelo para contrarrestar las pérdidas producidas por la desaparición de la cubierta vegetal.

Se ha comprobado como tras la desaparición de esta cubierta los arrastres sólidos son máximos al principio y van disminuyendo progresivamente a medida que se va regenerando la cubierta vegetal sobre las laderas y los cauces formados en sus vaguadas.

La restauración hidrológico-forestal ha tratado tradicionalmente de la regulación hídrica de una cuenca, apoyándose fundamentalmente en el establecimiento de diques y de repoblaciones forestales, en algunas ocasiones, técnicas de bioingeniería tradicional al utilizar ramas y troncos, formando fajinadas, empalizadas, entramados, etc. y, cada vez con mayor frecuencia en ausencia de estos recursos naturales o para complementarlos, con la utilización de geotextiles, mantas orgánicas, geomallas, biorrollos, o lo que hemos venido a llamar sistemas prefabricados (naturales o sintéticos) para la restauración o conservación de nuestro entorno natural.

En la agricultura, donde se presentan el mayor impacto ambiental a nivel global y local de pérdidas de suelo por erosión, las prácticas de control de la misma se siguen de forma extensiva mediante técnicas de no laboreo con o sin cubierta vegetal, donde estas prácticas están cada vez más extendidas, pero donde no se resuelve el problema y no se hace prácticamente nada es en los canales de desagüe naturales que desaparecieron o se colmataron como consecuencia del laboreo y que se han transformado en cárcavas o barranqueras muchas de las cuales adquieren gran profundidad y relevancia.

Desde el año 1996, Bonterra Ibérica, s.l., viene desarrollando actuaciones y seguimientos de sus experiencias en el campo de los tratamientos de cárcavas en estos ámbitos agrarios a niveles muy localizados, con la colaboración estrecha sus clientes y propietarios privados, obteniéndose algunas conclusiones que ya han sido objeto de publicación y debate en anteriores congresos de ingeniería del paisaje y de conservación de suelos en laboreo.

De anteriores experiencias presentadas en el IV Congreso de la AEIPA, concluíamos que:

- 1.- Con la protección del suelo desnudo mediante una manta orgánica se conseguirá: disminuir las pérdidas de suelo por erosión hasta un 99%, aumentar el desarrollo general de la plantación y el nivel de implantación o arraigo, mayor nivel de fijación y retención de semillas, y de desarrollo de las plántulas.
- 2.- Son posibles los tratamientos específicos contra la erosión de cárcavas y barranqueras en el olivar, siguiendo unos criterios y fundamentos técnicos mínimos y una experiencia que se va formando con las distintas actuaciones.
- 3.- Estos tratamientos son de utilidad en agricultura y en ingeniería del paisaje, por su facilidad de instalación y coste asequible, siendo además productos objeto de desarrollo rural.
- 4.- Los tratamientos basados en la aplicación de una manta orgánica ven aumentada su eficacia y estabilidad en el tiempo.
- 5.- La manta orgánica utilizada debe estar constituida preferentemente por fibras duraderas de esparto o coco, y ser de alto gramaje, mayores de 500gr/m².
- 6.- Es preciso prestar especial atención a la zona de encuentro entre la cabecera de la cárcava y el comienzo del tratamiento, donde son recomendables mantas con redes de refuerzo (tipo 2ER o E3R).

7.- El mantenimiento de una cubierta vegetal sobre la cárcava va a mejorar y posiblemente a abaratar la conservación y el establecimiento permanente de la misma.

8.- Se posibilita la formación y desarrollo de hábitat de fauna silvestre, y en definitiva de biodiversidad y de variedad de paisaje.

De estas, entre otras conclusiones se desprendía las dificultades que se producían en eventos pluviométricos excepcionales en los puntos de encuentro entre la cabecera de la cárcava y el comienzo del tratamiento, así como en determinados tramos del cauce, que por su curvatura, pendiente, textura de suelos, etc., se originaban grandes descalces que ponían en peligro toda la actuación realizada.



Foto 1.- Estado de la zona de encuentro del tratamiento tras el evento pluviométrico.

Así, para prevenir las consecuencias de estos eventos pluviométricos clasificados como excepcionales, era necesario adoptar técnicas más contundentes y mejor arriostradas, que pudieran asegurar el tratamiento realizado.

2.- SITUACIÓN ACTUAL Y LOCALIZACIÓN.

La finca “Rentillas Bajas”, del término municipal de Jabalquinto (Jaén), donde se realiza la actuación, es administrada por un Ingeniero Agrónomo, técnico funcionario que lo ha sido de la administración estatal y autonómica, que entre sus muchas responsabilidades desempeñadas a lo largo de su dilatada carrera profesional, ha estado la de pertenecer al Servicio de Conservación de Suelos del Ministerio de Agricultura.

La actuación pretendida se realizó sobre una parcela de olivar de unos 20 años, de la variedad “picual”, con menos de un 10% de pendiente media, pero sobre cuyo extremo más elevado es circundada por la carretera local que tiene una importancia hidrológica fundamental por cuanto en gran medida es la causante de gran parte de las perturbaciones hidrológicas producidas aguas abajo sobre la barranquera primitiva.

En abril de 2007, técnicos de Paisajes del Sur analizaron dos cárcavas con la intención de ofrecer una solución compatible con el cultivo y sostenible económica y medioambientalmente. La primera de ellas, con una longitud aproximada de unos 800 m y una profundidad en alguno de sus tramos mayor de 1,5 m. Y la segunda, con una longitud de unos 200 m y profundidad hasta 1 m.



Foto 2.- Punto de encuentro del tratamiento con la carretera: situación de inicial (Abril 2007).

3.- MATERIAL Y MÉTODOS.

Aplicando los mismos materiales y métodos de restauración de cárcavas en terrenos en cultivo de olivar, aplicadas en experiencias anteriores por la empresa Paisajes del Sur. Se pretende corregir las desviaciones en los resultados óptimos esperados, utilizando nuevos materiales tal cual pudieran ser mantas o geomallas sintéticas tridimensionales y gaviones flexibles rellenos de piedra tipo balastro, de los cuales teníamos buenas referencias de su adaptación al presente caso práctico.

Como ya sabíamos, **la manta orgánica** se define como un producto textil tridimensional, no tejido agujado, permeable, sintético o natural, empleado para la regeneración y la conservación de la calidad agronómica de los suelos y el control de la erosión que, sirviendo como estabilizador del cuello de las plantas y mejorante del terreno de asiento, ayuda a la implantación o establecimiento vegetal.

Su composición es muy variable, siendo indicada en sus distintas aplicaciones en función del tipo de fibra y de geomalla utilizada. Es por ello que BonTerra Ibérica ha desarrollado distintos tipos de mantas basando su aplicabilidad en la experiencia profesional y en las especificaciones dadas por el fabricante de mallas de polipropileno, o de mallas de yute o de coco, con las condiciones que transmiten las fibras a las que se entrecogen:

- sintéticas como el polipropileno
- naturales de paja de cereal, de lino o de cáñamo, o de coco o esparto.

Con mantas orgánicas se han realizado distintas experiencias desde el año 1996. De entre ellas la más conocida ha sido la realizada por el profesor **Antonio Navarro Quercop**, catedrático de Jardinería y Paisajismo de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Orihuela, que trataba de cuantificar la cantidad de sólidos arrastrados y niveles de supervivencia de plántulas sobre taludes de terraplén, de la Variante de Molina (Murcia), utilizando sólo dos tipos de mantas (tipo E y K de la marca BonTerra), de la que entre otras conclusiones se entresacaba la

siguiente: pérdida menor de suelo sobre la parcela protegida con manta de esparto (1,6 Tm/Ha y año), seguida de la protegida con manta de coco (5,2 Tm/Ha y año), y un máximo de suelo perdido (148,4 Tm/Ha y año) para la parcela con suelo desnudo. (Ver figura I).

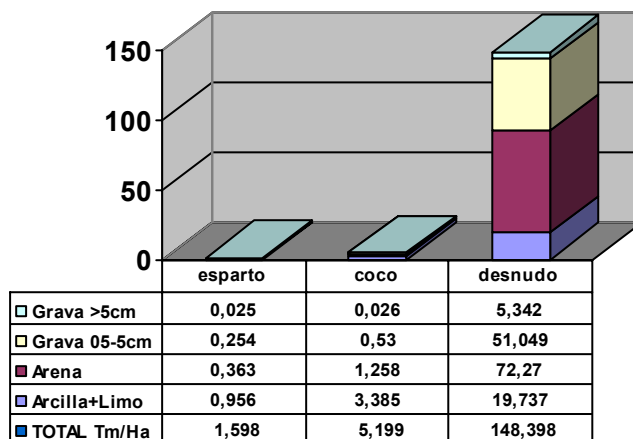


Figura 1.- Cantidad de suelo arrastrado en tres parcelas en taludes.

Por otra parte, son de aplicación sistemas de control de erosión más permanentes tal cual son las geomallas tridimensionales o los gaviones flexibles:

- Las geomallas sintéticas con estructura tridimensional con elevado índice de huecos, se forman generalmente por extrusión de monofilamentos de polipropileno, enredados y soldados en sus puntos de contacto, funcionan contra la erosión al retener entre sus intersticios las partículas de suelo, mejorando su comportamiento en erosión en regueros al unirse en su composición fibras naturales, como el coco o el esparto, que mejorarán su adherencia al terreno natural.
- Los gaviones flexibles, se forman por el relleno de sacos o cajas compartimentadas de mallas o georedes de polipropileno multifilamento, que ofrecen grandes posibilidades de refuerzo en el confinamiento de material granular, aportando su capacidad de adaptación a las irregularidades del terreno y a la derivación de las aguas del curso, por lo que hemos venido a llamarles gaviones de revestimiento flexibles.

Siguiendo nuestra experiencia en cárcavas de micro cuencas y tipos de suelos similares, se trataba de actuar en Julio de 2007, dentro de un presupuesto máximo de 24000 €, de la siguiente forma:

1. Perfilado mecánico, relleno y compactación de las cárcavas con tierras de los bordes, mediante retroexcavadora.
2. Establecimiento zanjas de atado transversal de 0,50 x 0,50 x 5 m cada 20 m, y de pozos de infiltración de 2 x 2m, cada 100 m, para la primera cárcava. Y de 0,50 x 0,50 x 3 m, sin pozos de infiltración, para la segunda.
3. Estabilización de la zona de encuentro con la carretera, mediante cubrición de manta orgánica de doble densidad de esparto (500- 600 gr/m²) con mallas de polipropileno de refuerzo (tipo 2ER) y piedra tamaño superior a “cabeza perro”, apoyadas y fijadas en seco (formación “rip-rap”), en un tramo no superior a 10 m por todo el ancho del tramo.
4. Extendido del mismo tipo de manta 2ER, en un ancho de tratamiento de 6 m en la primera, y de 4 m para la segunda.

5. Relleno de zanjas y pozos con el mismo tipo de piedra tamaño superior a “cabeza perro”, fijadas también en seco. Mientras que para la segunda cárcava se utilizaron pacas de paja fijadas a picas de acero corrugado clavadas en el terreno.
6. Las mantas fueron ancladas al terreno con picas de acero corrugado de $D=6\text{ mm}$ y de dimensiones $15 \times 8 \times 15\text{ cm.}$, a una densidad de 1 ud./m^2 , siendo los bordes laterales de las zonas tratadas, clavadas mediante las mismas grapas y aporcadas con tierra de los bordes.



Foto 3.- Tratamiento convencional de mantas 2ER y zanjas de atado (agosto 2007)

A finales de Noviembre de 2007, se produjo un evento pluviométrico de más de 80 l/m^2 en un día, lo que provocó que la carretera formara embalse con las aguas y sólidos arrastrados, debido a la modificación de la trayectoria de su paso inferior, aumentando con ello la turbulencia del flujo en los primeros tramos recién tratados, sobre los que no había dado tiempo para desarrollar la vegetación espontánea ni de sedimentarse sólidos entre la estructura de las mantas ni de las piedras.

Consecuencia de este fenómeno, calificado meteorológicamente como de gota fría, fue el arrastre de la estructura recién creada de mantas y piedras en “rip-rap”, trasladando este material aguas debajo de la actuación realizada.



Foto 4.- Embocadura del tratamiento en agosto de 2007. Rip-rap en primer término



Foto 5.- Rip-rap destruido por las tormentas y estado general de la embocadura en abril de 2008.

Llegados a este punto y dado el período de lluvias que se avecinaba, se prefirió aplazar la correcciones necesarias hasta la primavera o verano siguiente para compatibilizarlas al mismo tiempo con las actuaciones de cultivo de la finca. Así, en abril de 2008, se visitaron nuevamente las cárcavas, observándose los siguientes resultados.

4.- RESULTADOS.

Resultados en Abril de 2008.-

En la primera cárcava (800 ml):

- Desaparición de la estructura de rip-rap utilizada como de embocadura de la actuación

- Existencia de piedras de gran volumen (diámetros de hasta 60 cm) que han sido transportadas a lo largo del cauce
- Buen comportamiento en unos 640 ml del tratamiento (80 %) en los que existe un aterramiento parcial de la superficie cubierta con manta orgánica debido a la gran sedimentación de sólidos en suspensión.
- Acarcavamiento en zonas localizadas en la embocadura y en curvaturas del cauce en una longitud de unos 160 ml, con una superficie de unos 960 m², consecuencia en gran medida de las turbulencias originadas por los obstáculos del cauce tal como lo eran algunas de las piedras angulares colocadas.
- Consecuencia principal de lo anterior ha sido el desprendimiento de mantas en una superficie aproximada de unos 800 m².
- Los sedimentos obtenidos en el tramo final induce a la derivación hacia otros nuevos cauces.

En la segunda cárcava (200 ml):

- Se ha mantenido todo el tramo tratado, controlando la erosión, si bien la colmatación en algunos tramos del cauce induce a la formación de otros nuevos.



Foto 6.- Detalle de la sedimentación sobre la protección de manta orgánica 2ER.

Como consecuencia de los resultados obtenidos se proyectan nuevas actuaciones:

- Retirada y/o recolocación de piedras trasladadas por la escorrentía o colocadas como obstáculos, que dificultaban la laminación del flujo.
- Desbroce y limpieza de toda la superficie de forma que se reconozca bien el curso y se ayude a la laminación y circulación del agua, y cultivo de un sistema vegetal mínimo que ayude a controlar la erosión.
- Confección de dos estructuras de gaviones flexibles, en la embocadura de la actuación y en una curvatura especial del cauce, con una superficie aproximada de 150 m².
- Refuerzo de márgenes y fondos de la cárcava con nuevas mantas, hasta una superficie de unos 800 m², empleándose en unos tramos geomallas tridimensionales sintéticas cosidas a mantas orgánicas, tipo Bonmat mini K (unos 400 m²), y en otros el tipo de manta 2K3R (doble densidad de coco con tres mallas de p.p. negras de refuerzo).
- Dentro de la actuación anterior se pretende también reforzar y mejorar las entradas adicionales de los bordes de la finca a la cárcava, mediante tratamientos específicos a base de Bonmat mini K de forma que conduzcan el agua al interior de la misma.

En la segunda cárcava (200 ml):

- Controlar la colmatación en los tramos del cauce donde se produzca, al objeto de evitar la formación de otros cauces, que puedan producir nuevos acarcavamientos. Para ello se hace imprescindible como en la primera cárcava, el control y cultivo de la hierba nacida y acumulada en el mismo, de forma que no intercepte el curso facilitando la laminación y la circulación del agua, manteniendo un sistema radicular y vegetal mínimo que ayude a controlar la erosión.

Estas nuevas actuaciones con un presupuesto de 6000 €, se realizan en septiembre de 2008, en prevención de las lluvias otoñales e invernales, que fueron igualmente copiosas y abundantes, dándose como en el ciclo anterior eventos de gota fría durante el mes de enero y febrero de 2009, tras los cuales fue visitada nuevamente la actuación comprobándose resultados.



Foto 7.- Vista de la embocadura en febrero 2009, tras fuertes aguaceros.

Resultados en Mayo de 2009:

- El tratamiento realizado a base de gaviones de revestimiento flexibles, como embocadura de la cárcava, en una longitud de tan solo 12 ml. ha resultado acertada en cuanto a estabilidad estructural y control de la erosión.
- Mayor laminación del flujo consecuencia de la retirada o recolocación de piedras y obstáculos
- Los tramos tratados con geomalla tipo Bonmat mini K, ha sido en parte rota por las tensiones de arrastre de las escorrentías, siendo preciso un mayor refuerzo de la misma, presentado problemas de integración en el paisaje al aparecer sobre la superficie del suelo.
- Los tramos con mantas 2K3R, han aguantado perfectamente las tensiones de las escorrentías, facilitando en gran medida la sedimentación y el desarrollo vegetal.
- El cultivo de la hierba del cauce, que facilitaría la estabilidad de la cárcava a largo plazo, es deficiente al recibir el mismo trato que el resto de la parcela de cultivo, por lo que existe muy bajo nivel de implantación de las gramíneas semipersistentes propias de estos enclaves.
- Sobre la actuación del año anterior, se observan tan solo tres nuevos puntos de atención de muy pequeña relevancia superficial (5 m²), que son producidos sobre todo

por el descalce de las piedras de las zanjas de atado trabadas en seco. Para estos casos, se prevé una acción puntual de 3 gaviones flexibles a modo de atado y la fijación de 4 biorrollos transversales al curso, por su facilidad de adaptación y de montaje.



Foto 8.- Tratamiento con Bonmat mini K, en primer término a izquierda, y 2K3R, a derecha.



Foto 9.- Detalle de la adherencia al suelo de la manta orgánica tipo 2K3R.



Foto 10.- Detalle de amarre de gaviones flexibles colocados como trampa de sedimentos.

5.- CONCLUSIONES.-

1. Son posibles y económicamente viables los tratamientos específicos contra la erosión de cárcavas y barranqueras en cultivos.
2. Estos tratamientos son de utilidad en agricultura y en ingeniería del paisaje, por cuanto se pueden emplear materiales autóctonos de fácil instalación y coste asequible.
3. Estos tratamientos constituyen modelos de restauración hidrológica de micro cuencas que protegerán los cauces de mayores avenidas aguas abajo.
4. Los materiales de revestimiento de las cárcavas pueden ser diversos, debiendo ser prescritos en función de las tensiones de flujo que han de soportar: mantas orgánicas, geomallas tridimensionales, gaviones flexibles, etc.
5. Es preciso prestar especial atención a la zona de encuentro entre la cabecera de la cárcava y el comienzo del tratamiento, donde son de aplicación los sistemas de revestimiento más sólidos, persistentes y flexibles.
6. El mantenimiento de una cubierta vegetal compatible con los cultivos sobre la cárcava, va a mejorar y a abaratar la conservación y el establecimiento permanente de la misma.
7. Este tipo de actuaciones pueden ser objeto de desarrollo rural, de fomento de empleo y de biodiversidad, posibilitándose la concienciación medioambiental sobre el control de la erosión, la formación de hábitat de fauna silvestre, y en definitiva de variedad de paisaje.



Foto 11.- Embocadura del tratamiento a base de gaviones flexibles



Foto 12.- Embocadura del tratamiento al 15.05.2009.

BIBLIOGRAFÍA

Contreras V.; y Navarro Quercop, A. (1996). Recuperación de la productividad de 10.000 Has. De espartizal en el sureste español a través de la inversión en sistemas de protección vegetal contra la desertización. *III Congreso Nacional de Medioambiente*. Tomo 2. 787-793 pp.

Navarro, A.; Correal, E.; y Robledo, A. (1996). La fibra de esparto en la fabricación de tejidos orgánicos para favorecer el establecimiento de la cubierta vegetal. *First European Conference & Trade Exposition on Erosion Control*. IECA. Ed. Colegi Oficial d'Engenyers de Camins, Canals i Ports. Catalunya. 21-27 pp.

Martinez Raya A.(2000). La erosión y el olivar. *Agricultura de Conservación en el Olivar: Cubiertas Vegetales*. AEAC.SV. 2-5 pp.

Contreras V.(2000). El control de la erosión con mantas orgánicas: experiencias y aplicaciones prácticas. *Técnicas de eco-ingeniería para la integración paisajística y ambiental de las carreteras*. Ed. Asociación Técnica de Carreteras. 205-212 pp.

Contreras, V. (2001). El control de la erosión de cárcavas en olivar mediante mantas orgánicas. *Foro: olivar y medio ambiente Expoliva*.

Navarro Hevia, J (2002). Control de la erosión en desmontes originados por obras de infraestructura viaria: aplicación al entorno de Palencia. E.T.S.I.M. Palencia