

FICHA DE LA TECNOLOGÍA

Empleo de materiales constructivos combinados con vegetación para la estabilización de terrenos. Muros combinados con vegetación

TEMÁTICA

Clasificación: Sector Forestal

Tema: Obras de corrección en cauces y laderas

Subtema: Estructuras de retención de suelo en laderas

Tipo: Técnica

Clasificación finalidad: Restauración

Objetivo: Mejora de la cobertura del suelo

Degradación afrontada: Erosión laminar y en regueros

DESCRIPCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Desde hace décadas se intenta revegetar taludes degradados y riberas procurando rescatar el paisaje natural y recuperar su funcionalidad dentro de los ecosistemas en que se ubican. Esto se logra huyendo de las soluciones clásicas para la contención de terrenos como el hormigón, el gunitado, los gaviones, enrejados, mallas metálicas, etc. A su vez, con estos nuevos métodos de revegetación se pretende: controlar la erosión, las escorrentías y los sedimentos; asegurar la estabilidad de los terrenos mediante el anclaje que ofrecen los sistemas radicales de las plantas; incrementar la seguridad de uso para las personas y mercancías; y, proveer a las poblaciones ribereñas de un nivel adecuado de defensa frente a las avenidas, actuando en las márgenes de los cauces. Así mismo, con estos métodos naturales se mejora la calidad de las aguas, de la atmósfera circundante y se crean refugios y alimento para la fauna del lugar.

Algunos países, entre ellos España, llevan ya años ejecutando técnicas que combinan el empleo de la vegetación con materiales propios de la ingeniería civil para recuperar taludes, contener deslizamientos e intervenir en el medio fluvial. Entre estas técnicas se hallan los muros construidos con materiales inertes y vegetación para la estabilización de taludes, la contención del terreno y el control de la erosión.

Esta técnica engloba diversas clases de muros realizados con piedra, gaviones, madera, tierra reforzada, jardineras o bloques combinados con vegetación, que contribuye a proporcionar una mayor resistencia y estabilidad.

2. OBJETIVOS

En términos generales esta técnica resulta eficaz para la estabilización de laderas o taludes, la retención de sedimentos, el control de la erosión, y la creación de un ambiente favorable para el desarrollo de la vegetación.

Entre sus finalidades se encuentran las siguientes:

- Técnica: Estabilización de pendientes en laderas y taludes, contención de tierras y protección contra los agentes erosivos.
- Ecológica: Creación y/o reconstrucción de ambientes naturales mediante la utilización de técnicas de restauración del paisaje, principalmente con especies autóctonas que aceleren la recuperación del ecosistema original de la zona.
- Estética y paisajística: Disminución de los posibles impactos y adecuación del espacio circundante.
- Socioeconómica: Mejora de la gestión económica de los recursos naturales, con una disminución de los costes constructivos, energéticos y de mantenimiento.

Y entre sus principios básicos se encuentran los siguientes:

- Adecuar las condiciones técnicas de bioingeniería al lugar en concreto donde se van aplicar,

DESCRIPCIÓN

teniendo en cuenta la topografía, la geología, la edafología, etc.

- Intentar mantener la vegetación existente.
- Proteger la capa superior del suelo.
- Proteger las áreas expuestas a la erosión.
- Regular, drenar y almacenar el exceso de agua.
- Optimizar los recursos económicos disponibles con resultados a corto y medio plazo.

En resumen, con esta técnica se pretende conseguir:

- * Estabilizar laderas y taludes.
- * Controlar la erosión superficial y deslizamientos de ladera.
- * Contener tierras.
- * Estabilizar y proteger márgenes de cauces.
- * Alcanzar unos niveles adecuados de defensa contra las crecidas y avenidas.
- * Integrar la obra en el paisaje.
- * Aumentar la vida útil de las obras.
- * Incrementar la biodiversidad.
- * Drenar el terreno mediante la evapotranspiración de las plantas.
- * Crear refugio y alimento para la fauna.
- * Depurar las aguas de escorrentía superficial y subterránea.

3. DESCRIPCIÓN

Se define como muro "Toda estructura continua que de forma activa o pasiva produce un efecto estabilizador sobre una masa de terreno". El carácter fundamental de los muros es el de servir de elemento de contención de un terreno, que en unas ocasiones es un terreno natural y en otras un relleno artificial.

En la ingeniería civil los muros se construyen con materiales inertes como piedra u hormigón, no obstante, estos materiales pueden combinarse con otros materiales que ofrece la naturaleza como troncos, plantas, ramas, etc., con el fin de contener tierras y laderas, estabilizar caminos o proteger frente a riadas.

Este conjunto de técnicas que utilizan materiales constructivos combinados con vegetación, engloban muros realizados con piedra, gaviones, madera, tierra reforzada, jardineras o bloques. En particular destacan los siguientes:

- Muros de gaviones con vegetación.
- Muros de escollera con vegetación.
- Muros de piedra con vegetación.
- Muros de madera con vegetación (tipo Krainer).
- Emparrillados de madera.
- Muros jardinera y encachados de celosía.
- Muros ecológicos o verdes.

MURO DE GAVIONES CON VEGETACIÓN

Para revegetar los muros construidos con gaviones se colocan capas de ramas de matorral entre los sucesivos gaviones que componen el muro. Opcionalmente pueden introducirse algunas ramas dentro de los propios gaviones. Otra alternativa es la introducción de estacas o plantones de sauces, chopos o alisos.

Las raíces que desarrollan las ramas o los plantones se introducen entre el relleno de los gaviones, y alcanzan el talud arraigando en él y consolidando así la estructura. La vegetación, por tanto, refuerza la estructura del muro de gaviones y la hace más resistente, al tiempo que le da una apariencia más natural, aunque es el muro de gaviones quien asume la función de estabilización.

Los gaviones se construyen de la forma convencional. Para la revegetación se utilizan ramas de longitud suficiente para que lleguen, atravesando los gaviones, hasta el talud y sobresalgan de la cara frontal del muro.

Al finalizar la colocación de cada piso de gavión se sitúa entre ellos una capa de ramas, orientadas perpendicularmente al talud. Las ramas se cubren con una capa de tierras de relleno de buena calidad, y el conjunto se compacta ligeramente para conseguir un buen contacto. Sobre la capa de tierra y ramas se instala el siguiente piso de gaviones y se repite la secuencia de construcción hasta alcanzar la altura de muro deseada.

DESCRIPCIÓN

Los gaviones ofrecen, en espacios pequeños, las condiciones de vida más diversas para ser habitados por animales y plantas. Los huecos entre piedras pueden ser rellenados y ajardinados con arbustos y plantas herbáceas locales, adecuadas al lugar donde se encuentran. El significado ecológico de los gaviones depende también de sus alrededores. Mientras más natural sea el diseño de ese entorno, más diversa será la flora y fauna que habite los gaviones.

MURO DE ESCOLLERA CON VEGETACIÓN

Se trata de una técnica muy similar a la anterior.

Al ir construyendo las escolleras se insertan en los huecos entre bloques y anclados en el terreno natural, estacas o plantones de diversas especies de ribera o propias del lugar, embutidas en la tierra natural sobre la que apoya la escollera.

También se pueden crear huecos especiales para introducir plantas.

MURO DE PIEDRA CON VEGETACIÓN

Es otra técnica semejante a las anteriores, pero en este caso el muro es de mampostería en seco. Durante la construcción del muro de piedra en seco se colocan plantas vivas en las juntas existentes entre la roca, de manera que lleguen al suelo existente detrás del muro. Si los muros tienen que rellenarse con grava para drenar el agua, las ramas o las plantas con raíces deben alcanzar el suelo a través de la grava. Para evitar la desecación, las ramas no deben sobresalir del muro más de 30 centímetros. Los muros no deben tener una altura superior a 10 metros y se deben construir fuertemente inclinados hacia la ladera.

Después de la construcción, los muros y los montones de piedra con el coronamiento plano se pueden rellenar con material fino y cubrirlos de vegetación con ayuda de paja. Se puede emplear una combinación de ramas vivas, plantas con raíces y césped.

Se utilizan ramas delgadas vivas en proporción de 2 a 5 por metro cuadrado, arbustos con raíces o césped cortado con las dimensiones de las aberturas de las juntas; pero no se utilizan árboles.

Los muros de piedra con vegetación se construyen durante la época de sequía estival.

MURO DE MADERA CON VEGETACIÓN O MURO KRAINER

Consiste en un muro de sostenimiento construido mediante el empleo combinado de materiales muertos y vivos, con estructura de madera sencilla o doble a base de postes redondos o de madera escuadrada que se sujetan entre sí mediante clavos o clavijas.

Este sistema se emplea para la estabilización de ciertas partes de laderas, cursos de agua y bases de laderas. Con el paso del tiempo, la madera del muro se pudre y es sustituida por plantas que crecen. Las plantas establecidas drenan la ladera de forma muy eficaz mediante transpiración.

Para la construcción del muro o pantalla se necesita madera redonda o escuadrada, de 10 a 25 centímetros de diámetro. El material vivo debe consistir en ramas fuertes de especies que enraícen fácilmente, con un metro por lo menos de longitud y gran número de ramas laterales.

Para las fijaciones y uniones se precisa de piquetas, clavos y grapas de acero.

Los muros de sostenimiento de madera nunca deben colocarse verticalmente, sino formando un ángulo de inclinación de 10:1 como mínimo en la dirección de la ladera. Estos muros no deben tener una altura superior a 2-4 metros. Las juntas entre maderas deben tener aproximadamente la misma anchura que el diámetro de éstas.

Durante la construcción del muro se deben colocar ramas de plantas vivas en los espacios libres entre maderas, de tal forma que no sobresalgan más de una cuarta parte de su longitud.

Cuando se vuelca el material de relleno en las aberturas entre maderas, hay que evitar grandes espacios huecos para poder tener la garantía de que las ramas van a enraizar adecuadamente. Si es posible, el extremo inferior del corte de las ramas debe llegar al suelo situado tras del muro de sostenimiento. No hace falta tierra de la capa superior del suelo ni humus para el relleno de los muros, pero el material de relleno debe contener suficientes elementos finos para posibilitar el desarrollo de la vegetación.

Es conveniente podar las ramas de forma uniforme con una longitud máxima de 30 centímetros al exterior del muro después de la plantación.

Los muros de sostenimiento de madera con materiales vivos deben instalarse durante la estación de reposo, esto es, en una época en que las ramas no tengan hojas. En condiciones favorables (clima húmedo, tiempo corto de transporte, etc.) se pueden plantar también plantas con raíces durante la estación vegetativa, pero hay que tener cuidado especial para asegurarse de que no se dañan las

DESCRIPCIÓN

plantas durante la construcción del muro.

La unión de la estructura con el terreno debe resultar a la vez sólida y sin peligro de crear inestabilidades.

EMPARRILLADO DE MADERA

Los emparrillados sobre talud consisten en una estructura de madera construida de tal modo que se soporta a sí misma desde la base. Por medio del mismo emparrillado se sostiene toda la superficie de la ladera. La mayor eficacia ecológica se obtiene empleando trancas con corteza viva para el emparrillado, ya que después todo el sistema de sujeción resulta vivo.

En todos los demás casos la plantación y revegetación del emparrillado asume la función de la madera que se marchita, pero con un efecto diferente: las ramas vivas y las estaquillas arraigan en profundidad y también drenan la ladera, mientras las intervenciones en superficie (siembras) ejercitan sobre todo la acción de cubierta, que funciona peor a los efectos de cohesión y de drenaje del terreno. Se necesita madera en rollo o madera escuadrada tratada, dependiendo del tipo proyectado de construcción y de las dimensiones totales.

Para el recubrimiento con vegetación se necesitan ramas vivas, estaquillas, plantas con raíces, tepes e hidrosiembra. Para las fijaciones y uniones se precisa de piquetas, clavos y grapas de acero.

Para la ejecución es fundamental una cimentación sólida. Se extienden sobre la ladera postes sencillos o madera escuadrada y se unen entre sí mediante madera cortada y colocada horizontalmente. La distancia entre las maderas verticales y las horizontales no debe ser de más de 2 metros, dando lugar a cuadrados individuales que nos son mayores de 2 m x 2 m, aproximadamente. Todo el espacio existente entre los postes de madera se rellena entonces con grava permeable o con material del terreno.

Estos emparrillados se deben recubrir de vegetación lo antes posible para lograr una solución permanente.

Se pueden construir emparrillados más pequeños a base de postes vivos largos, o cualquier material disponible. El espacio entre las maderas se puede llenar también por completo a base de ramas vivas y tierra, con lo que rápidamente se obtiene una vegetación muy densa.

Otra alternativa consiste en hacer emparrillados a base de madera muerta, recubriéndolos seguidamente de vegetación con el método normal de siembra, después de cubrir la superficie con tierra de la capa superior o con césped. El método más eficaz para recubrirlos de vegetación consiste en una combinación de parrillas de laderas con lechos de ramas o lechos de ramas de setos vivos, estaquillas, plantas leñosas con raíces y métodos de siembra.

Cuando se emplean estaquillas vivas y plantas, la construcción puede realizarse únicamente en la estación de reposo, cuando se emplean técnicas de encespedado o de siembra, la mejor época es en la estación vegetativa.

MURO JARDINERA Y ENCACHADO DE CELOSÍA

Los muros jardinera consisten en un conjunto de elementos prefabricados de hormigón armado, de longitud fija y anchura variable, que al colocarlos unos sobre otros dejan entre sí huecos que se rellenan con tierra vegetal. El aspecto final del muro puede ser de una visión mixta de vegetación-tierra-hormigón o tan sólo vegetación si se plantan especies adecuadas que oculten completamente los elementos prefabricados. Este tipo de muros se utiliza para revestimiento de taludes rocosos, como muros de contención de desmontes o de relleno artificiales o como barreras antirruído.

El muro tiene una flexibilidad que le permite adaptarse a los asientos diferenciales que puedan producirse. La altura máxima a la que pueden llegar es de unos 15 metros.

No suelen ejecutarse con pendientes superiores a 80° para que la luz llegue a las plantas que se encuentran en los pisos inferiores.

Otra técnica similar al muro jardinera es el encachado de celosía que se emplea en taludes con pendientes próximas al 1:1. En éstos, la superficie se cubre con piezas prefabricadas de celosía anclándolas al terreno. Una vez que está cubierto el talud con estas piezas, se rellenan con tierra vegetal los huecos y así obtenemos pequeñas macetas en las que se puede proceder a la plantación de arbustos y árboles de 1 ó 2 savias. Al crecer las plantas, cubren toda la superficie integrando el talud en el entorno.

Estas técnicas están destinadas fundamentalmente al ámbito de la jardinería y de la obra civil, si bien ello no descarta que en casos puntuales puedan ser utilizadas el medio agrario.

DESCRIPCIÓN

MURO ECOLÓGICO O MURO VERDE

Los muros verdes (del inglés green wall) o muros ecológicos son terraplenes compactados y armados horizontalmente con geotextiles de alta durabilidad y resistentes a la tracción. Por su cara exterior van recubiertos con otras telas selectivas que permiten su revegetación impermeabilizándolos, y controlando de este modo la pérdida del suelo.

Permiten la construcción de estructuras de contención con pendiente variable de hasta 80° y sin limitaciones de altura, con la parte frontal del muro totalmente vegetada e integrada en el paisaje.

Se obtienen unos resultados espectaculares, con bajo impacto visual comparado con el producido por otro tipo de estructuras de distinto material.

Son plasmación de una de las variantes de los muros de tierras reforzadas, es decir, son el desarrollo de muros de tierra que se ha reforzado, variando su ángulo de rozamiento interno, de modo y manera que se alcanzan ángulos mucho mayores de la "cara vista".

El "reforzamiento" de estas tierras se lleva a cabo con la inserción en las mismas de materiales, de diferentes calidades, que dan a la estructura, una resistencia al deslizamiento y al vuelco que lo convierten en una de las mejores estructuras de sostenimiento de tierras que se pueden encontrar en la actualidad.

Constituyen estructuras que son más económicas, resistentes, fiables y, por supuesto, integradas en el entorno que cualquiera de las estructuras de sostenimiento clásicas que en la actualidad se construyen, y con un material muy accesible.

La estructura de este tipo de muro es proporcionalmente más económica a la altura que se ejecuta - cuanto mayor es la altura más económica - en comparación con muros de hormigón, tierra armada, escollera...

Estructuralmente poseen menos afección por la geología y/o la calidad de los materiales y son muy resistentes al paso del tiempo.

Son mucho más resistentes a las tensiones y empujes de los materiales del trasdós, ya que absorben estas tensiones con márgenes de deformabilidad que no poseen ni las escolleras, ni la tierra armada ni, por supuesto los muros de hormigón.

Por último los muros ecológicos poseen un paramento visto que ambientalmente no posee parangón integrándose en el entorno, dando la impresión a corto o medio plazo dependiendo de la latitud, de que se trata de un talud natural ya que se revegeta de manera natural de una vegetación que oculta la estructura de la tierra reforzada.

En resumen, los muros ecológicos poseen las siguientes ventajas:

- Económica: Los costes de construcción son inferiores a los de otros sistemas de contención.
- Utilidad: Aumenta significativamente la superficie del suelo aprovechable sin el empleo de costosos sistemas de contención.
- Estética: Permite la revegetación de la superficie exterior, integrándose con el medio natural.
- Eficiencia: Los muros ecológicos se construyen muy rápido.
- Seguridad: La metodología de cálculo y diseño está ampliamente contrastada y probada.

4. APLICACIONES

Las técnicas descritas son eficaces y poseen muchas ventajas, pero no obstante, poseen también algunos inconvenientes, como son:

- Su ejecución se halla ligada a una estación del año determinada. Es necesario realizar estas técnicas en la época de reposo vegetativo para asegurar el arraigo y buena instalación de las plantas.
- Existe un periodo de carencia que puede comprometer el éxito de la técnica, ya que al trabajar con plantas, transcurre un tiempo hasta su rebrote o completo arraigo. Si durante este periodo acontece un evento hidrometeorológico que supere el nivel de diseño, estas estructuras pueden fallar. Ello exige, para llevarlas a buen término, un profundo conocimiento de las características climáticas de la zona y de los niveles de caudales ordinarios y extraordinarios que circulan por los cauces, de su frecuencia y duración, para estimar las zonas óptimas de intervención y las épocas adecuadas o de riesgo.
- Resulta necesaria cierta experiencia, lo cual no es sencillo en España, donde estas técnicas han comenzado recientemente a desarrollarse.
- Aunque técnicamente estos muros pueden ser ejecutados en cualquier ambiente, condiciones limitantes de rocosidad, pedregosidad, déficit hídrico, altitud, caudales y velocidades de flujo, falta de luz o presencia de elementos tóxicos pueden dificultar su éxito. Para evitarlo es preciso un estudio

DESCRIPCIÓN

exhaustivo de cada caso y de las posibles alternativas.

Estas ventajas y la eficacia de estas estructuras les confieren diversas aplicaciones relacionadas con la lucha contra la desertificación, como son:

- * Estabilización de taludes y laderas.
- * Control de la erosión superficial.
- * Defensa de márgenes.
- * Defensa frente a avenidas e inundaciones.

A estas aplicaciones se suman otras muchas aplicaciones en el ámbito de la jardinería y la restauración de espacios afectados por estructuras y obras civiles, como pueden ser: estabilización de canales; diques y presas de agua; ampliación de parcelas; accesos de vehículos; pistas deportivas; patios de almacenamiento; barreras de seguridad; barreras anti-avalancha; muros anti-ruidos; ampliación de calzadas; urbanizaciones; áreas deportivas; zonas industriales; parques y jardines; terraplenes.

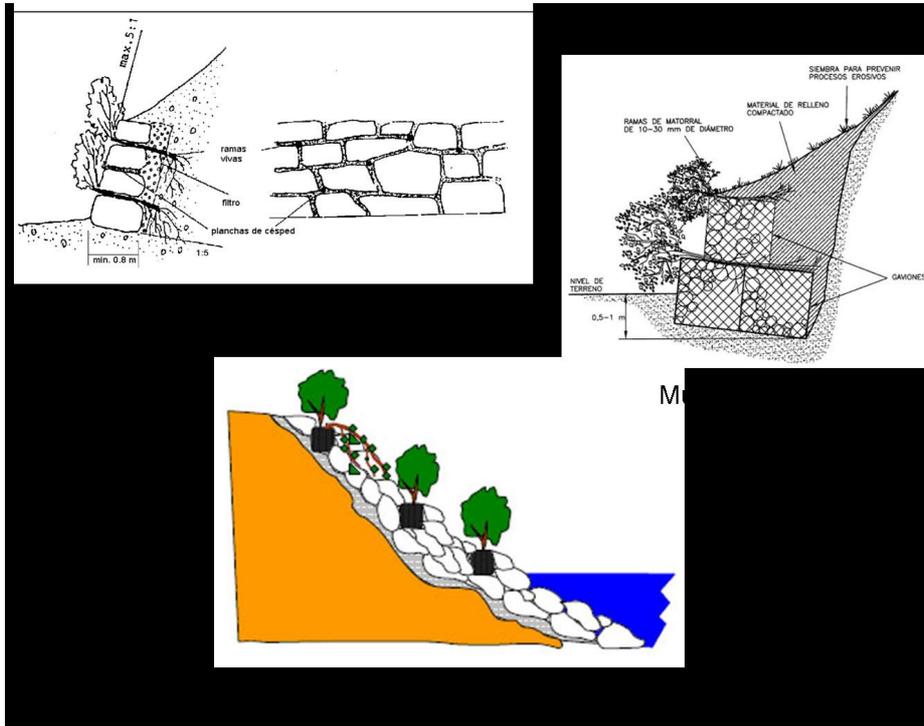
TECNOLOGÍAS RELACIONADAS

- Hidrosiembras para la conservación de suelos.
- Geomallas.
- Gaviones.
- Escolleras.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Manual de ordenación de cuencas hidrográficas. Estabilización de laderas con tratamientos del suelo y la vegetación. Guía FAO Conservación 13/1. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Mataix, C. et al (1999). Manual de estabilización y revegetación de taludes. Editor Carlos López Jimeno.
- Navarro, J. Control de erosión y escorrentías en laderas y cauces mediante prácticas de bioingeniería aplicadas a la restauración de medio natural. Curso de Obras Hidráulicas. E.T.S. Ingenierías Agrarias.
- Página web de MIT, S.L.: www.murotalud.com/
- Página web de Ginesta: www.ginesta.es/
- Página web de ECOLOGICWALL CONSTRUCCIONES: www.ecologicwall.com/
- Página web de Miliarium. Ingeniería y Medio Ambiente: www.miliarium.com/

IMÁGENES



Esquema de distintos tipos de muros combinados con vegetación.



Proceso de instalación de un muro ecológico (muro verde).

BIBLIOGRAFÍA ASOCIADA

Título: Manual de ordenación de cuencas hidrográficas. Estabilización de laderas con tratamientos del suelo y la vegetación.

Autor: -

Publicación: Guía FAO Conservación 13/1.

Editorial: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Localidad: Roma, Italia

Año: -

Tipo: Manual de manejo

Título: Manual de estabilización y revegetación de taludes.

Autor: MATAIX, C. et al

Publicación: -

Editorial: Carlos López Gimeno

Localidad: Madrid, España

Año: 1999

Tipo: Libro

Título: Control de erosión y escorrentías en laderas y cauces mediante prácticas de bioingeniería aplicadas a la restauración de medio natural.

Autor: NAVARRO, J.

Publicación: Curso de Obras Hidráulicas. E.T.S. Ingenierías Agrarias.

Editorial: -

Localidad: -

Año: -

Tipo: Sin definir

PROYECTOS RELACIONADOS

Proyecto: --

Investigador Principal: --

Otros Investigadores: --

Entidad Investigadora: --

Otras Entidades Investigadoras: --

Entidad Financiadora: --

Observaciones: --