

Aplicación práctica de técnicas de recuperación de áreas afectadas por obras para líneas de ferrocarril

El objeto de este informe es efectuar una exposición comparativa técnico-económica de tres sistemas de tratamiento de taludes empleados para la restauración de varios taludes de líneas ferroviarias por RENFE.

Sólo un análisis crítico de las experiencias; tanto a nivel de concepción, diseño e instalación, como de los resultados obtenidos; podrá

clarificar y comparar las distintas soluciones técnicas presentes en el mercado.

Máxime si se tiene en cuenta que, muchos de los sistemas que se utilizan, representan soluciones técnicas foráneas, no suficientemente contrastadas en nuestro país.

La falta de seguimiento tras la implantación de los

sistemas, hecho motivado -a su vez- porque en la mayoría de los casos la adopción de soluciones de restauración obedece, tristemente, al deseo de «pintar» de verde, para una inauguración, más que al convencimiento real de que estas técnicas pueden ahorrar mucho dinero al reducir la erosión de los taludes y, por tanto, los gastos de mantenimiento

característicos de las obras lineales de transporte.

El By-Pass ferroviario de las Rozas. Hidrosiembra.

Esta infraestructura ferroviaria se ubica en el contexto de los enlaces ferroviarios de Madrid, sirviendo para conectar las líneas de

Técnicos de Comercial Projar observando el nacimiento de la vegetación en el acolchado orgánico de la obra de By-Pass de la Encina de Fuente Higuera. En la foto, el segundo por la izquierda es Pedro Pérez del Campo, Gerente de Medio Ambiente de Renfe. En las fotografías inferiores, el talud del emboquille de acceso al túnel de Fuente Higuera, con un detalle de la erosión y a continuación la colocación de la manta orgánica Projar.



El objeto de este informe es efectuar una exposición comparativa técnico-económico de tres sistemas de tratamiento de taludes empleados para la restauración de líneas ferroviarias.

Madrid-Irún procedentes de las estaciones de Príncipe Pío y Chamartín y cerrando el anillo ferroviario de circunvalación de Madrid por el noroeste. Soporta un tráfico muy intenso, especialmente de cercanías.

Su trazado discurre por terrenos periurbanos, poco urbanizados aunque modificados y transformados antrópicamente, situados en las inmediaciones del encinar de El Pardo.

Estos datos configuran una de las primeras características de atención sobre este elemento: proximidad a un espacio de alto valor natural y un tráfico de viajeros -observadores críticos del paisaje- elevado. Esta última apreciación sobre el paisaje merece ser matizada al hablarse de viajeros y no de observadores externos.

Los condicionantes geotécnicos hacen que, en taludes (40°) pronunciados como los del By-Pass -profundas trincheras de hasta 25 m de altura-, estos materiales sean muy proclives a sufrir una erosión rápida por las aguas de lluvia.

Por todas las razones que el autor expone en su trabajo original, los diversos servicios de RENFE han diseñado en los últimos años pruebas o experiencias piloto, destinadas a resolver problemas puntuales y a servir de ensayos con vista a la adopción de un sistema que se pudiera emplear a gran escala en todo el By-Pass.

Con el fin de mitigar el desarrollo de los procesos erosivos, los servicios de REN-

FE diseñaron una hidrosiembra directa sobre el talud cuyas características básicas, muy coherentes técnicamente fueron:

- Dos fases, la de siembra y la de tapado.

- Consistencia fase de siembra: semillas, mezcla comercial tratada con inoculante 30 gr/m^2 ; ligante, polímeros plásticos 15 gr/m^2 ; mulch, fibra corta pasta de papel 60 gr/m^2 ; abono, de liberación lenta. Complejo 15-15-15 con 1,2% Mg 60 gr/m^2 ; preparasiembras, estiércol cribable de oveja compostado 40 gr/m^2 .

- Consistencia fase de tapado: semillas, 10 gr/m^2 ; ligante, 15 gr/m^2 ; mulch, 60 gr/m^2 ; abono, 40 gr/m^2 .

- Riegos. No fueron preparados riegos adicionales.

- Siegas. No consideradas en los dos primeros años, con el fin de no impedir la autosiembra.

Los resultados de esta actuación, cuyo coste no se cita, no han ofrecido el nivel esperado, como pudieron ver los técnicos asistentes a las jornadas por el material gráfico mostrado.

Hidrosiembra con soporte estructural. El *Textomur*.

En 1991, la Asesoría Ejecutiva de la Presidencia de RENFE decidió probar un nuevo tipo de solución para solventar la problemática. El sistema probado consistió en la instalación de un «muro verde» de patente suiza, *Textomur*, comercializado en España por la empresa **Teconma, S.A.**

El sistema *Textomur* consiste en la creación de un núcleo de tierra armada modularmente mediante geotextiles y mallazo de sujeción. Dicho núcleo genera un parámetro visto de 60° de inclinación sobre el que otro geotextil, denominado de vegetación, proporciona la base necesaria para su revegetación mediante hidrosiembra.

El material *Textomur* tiene un coste de ejecución de

11.102 pts/m^2 y según la empresa **Teconma**, estos precios pueden oscilar entre las 9.000 pts/m^2 , para alturas no superiores a 3 m, y las 13.000 pts/m^2 para alturas superiores a 9 m.

Si bien es pronto aún para poder evaluar la bondad del sistema, cabe destacar las siguientes apreciaciones:

- La nascencia es muy regular. No se observan calvas desnudas en ningún punto de la superficie.

El *Textomur* es un sistema muy eficaz pero costoso. Su empleo sólo se justifica en obra nueva plenamente. Especialmente cuando esta se desarrolla en zonas de alto valor natural a proteger paisajísticamente.

Del *Textomur* hay que resaltar al respecto que su coste es inferior al de los típicos muros de acompañamiento, no muy esbeltos por otra parte.

El enlace ferroviario Cantoblanco-Tres Cantos. La malla *Enkamat*.

El enlace ferroviario Cantoblanco-Tres Cantos es una nueva línea, de reciente inauguración, permite enlazar la antigua línea de cercanías con destino al apeadero de la Universidad Autónoma de Madrid, con la línea de Madrid a Burgos, consiguiendo así dar servicio desde dicho apeadero al núcleo urbanístico de Tres Cantos.

La conexión se resuelve mediante un túnel que se prolonga en sendas trincheras de acceso, caracterizadas por su elevada altura y fuerte pendiente.

Los condicionantes son: proximidad de un recinto universitario y pertenencia a un Parque Regional, y aconsejaron a la Dirección de Cercanías de RENFE efectuar un tratamiento de restauración de taludes que se completó con la instalación en el emboquille norte con la adición de un parámetro a base de muro verde *Textomur*, de características semejantes a las ya expuestas para el By-Pass de Las Ro-

zas.

La solución adoptada se puede definir como una hidrosiembra con soporte estructural. Su desarrollo se efectuó en los meses del verano de 1991 y tuvo que contar con un sistema de asistencia de riego.

En primer lugar se procedió a la extensión sobre el talud, de arriba a abajo, de un sistema de malla de nylon termosoldado denominado *Enkamat 7010/1* con un espesor de 10 mm. Tras cubrir el talud, los bordes de las tiras son fijadas al talud mediante grapas de hierro de redondo de 8 mm y dimensiones de $20 \times 20 \times 20 \text{ cm}$.

A continuación, y desde la parte superior del talud donde se han acoplado previamente, una retroexcavadora procede a empujar tierra vegetal hasta su derrame por toda la superficie. Desde la plataforma, y de manera simultánea, un camión cisterna dotado de cañón proyecta agua a presión de manera que la tierra vegetal quede fijada al soporte de *Enkamat*.

Por último se procedió desde abajo, y con el mismo camión anterior, a una hidrosiembra convencional de cinco pasadas alternativas de *mulch* y semillas.

El total del coste de la operación fue de 1.565 pts/m^2 . Los resultados de la experiencia, aunque aceptables en su conjunto, no han resultado totalmente satisfactorios. Durante la fase de consolidación ha habido que corregir ciertos problemas que, ligados a problemas de desprendimientos y flujos de tierra, creemos tienen su origen en una inadecuada instalación del sistema, más que en el sistema en sí mismo.

El By-Pass ferroviario de la Encina. La manta orgánica de Projar.

Esta nueva infraestructura, de reciente inauguración, se enmarca en las actuaciones destinadas a mejorar los tiempos de recorrido en la línea Madrid-Valencia. Para

conseguir este objetivo se ha diseñado una variante que incluye la construcción de dos túneles de vía doble.

La actuación que aquí comentamos se circunscribe exclusivamente al emboquille de acceso al túnel de Fuente Higuera. En estas condiciones, la adopción de medidas de restauración de taludes no obedecen a una razón de calidad del paisaje, sino casi exclusivamente a consideraciones antierosivas.

En 1992, la Gerencia de Medio Ambiente de RENFE decidió probar a título experimental, en una pequeña parte del talud frontal, el sistema de manta orgánica. Pronto se observó que, a pesar de una instalación y mantenimiento no óptimos, el sistema podía funcionar. De esta forma, la dirección de obra de RENFE encargó a la constructora responsable de la construcción civil (Vías y Construcción, S.A.) la contratación de la restauración de unos 30.000 m² de la trinchera, con opción de llegar a los 100.000 m² que representaría el tratamiento total de la misma.

La instalación, a la vista de la experiencia anterior, se efectuó bajo responsabilidad de la propia empresa Projar, S.A. y se está culminando en su primera fase, en la actualidad.

Características de la manta orgánica.

La firma Projar comercializa varios tipos de mantas orgánicas, aptas para un amplio abanico de problemáticas de revegetación.

Todas ellas se caracterizan por el empleo de fibra; vegetal de paja (S), coco (K), mezcla (SK) o de prolipropileno (P); unidos por una red de plástico fotodegradable.

De manera opcional, cada uno de estos tipos pueden llevar incorporado a su dorso la mezcla de semillas elegida.

La longitud de los rollos es de 50 m y anchura de 2 m.

En el ejemplo expuesto se optó por la manta orgánica de fibra de coco (K) sin

Es una técnica novedosa y de un amplio potencial de utilización, en un país dónde, aparte de ayudar a un talud a revegetarse, hay que luchar previamente para evitar su erosión.

aporte de semilla incorporado.

Posteriormente, se han instalado - a título puramente experimental - de manera intercalada, algunos rollos de otro producto: la malla yute, de cuyas características están en la ponencia del ingeniero agrónomo, Noguera.

El sustrato está compuesto por una mezcla de turbas rubia y negra de transición, fertilizada, con un pH de 5,5.

Las especies seleccionadas para la mezcla de semilla han sido: *Vicia stiva*, *Espartaco*, *Meliloto*, *Medicago sativa*, *Cynodon dactylon*, *Festuca rubra*, *Eragrostis*, *Lolium perenne*, *Dactylis GL* y *Sanguisorba minor*.

El coste de la implantación puede catalogarse de competitivo.

Nuestra intención ha sido mostrar un técnica que consideramos novedosa, y de un amplio potencial de utilización, en un país dónde, aparte de ayudar a un talud a revegetarse, hay que luchar previamente para evitar su erosión.

En este contexto, la novedad del sistema estriba en su independencia de los métodos tradicionales de hidrosiembra con los que, en mi opinión, puede llegar a ser complementario.

El coste de la operación de instalación de la manta orgánica Projar es de aproximadamente 400 pts/m² instalado y sembrado.

Extracto de la ponencia de:

PEDRO PEREZ DEL CAMPO

Gerente de Medio Ambiente en RENFE.

Fotos de:

SPIA PRESS.

diferentes: Madrid-Brazatortas, en que pasa por las estribaciones de los Montes de Toledo; Brazatortas-Córdoba, paisaje muy quebrado ya que atraviesa la Sierra Morena y, finalmente, Córdoba-Sevilla, con una influencia antropogénica, preexistente, muy marcada. La mayor parte de las vías se sitúan en las dos primeras (326 km) y en ellas se realizaron los mayores esfuerzos conservacionistas por tratarse de las más agrestes, con importantes poblaciones de perdices, conejos, zorros, jabalíes, lince ibérico y ciervos. A fin de minimizar el efecto barrera se realizaron túneles y viaductos que aseguran un 25% de permeabilidad entre ambos lados.

Desde el punto de vista florístico, los estudios realizados indicaron que el tren no afectaría áreas relevantes. La preocupación mayor se centró en minimizar deterioros en áreas de monte.

El ponente señaló la importancia de prever, desde el inicio de las obras, el acabado de las mismas. La tierra superficial extraída debe guardarse ya que servirá posteriormente para el recubrimiento de terraplenes u otras áreas afectadas con material de buena calidad. Los desmontes han de evitar las formas planas, las aristas vivas, refinados excesivos, acanaladuras. Las zonas de «préstamos» (de donde se toma material) deben acabarse con perfiles redondeados y evitar que su silueta corte la línea del horizonte. Similares cuidados requieren los vertederos, cuya ubicación en sitios altos destacaría como algo artificial. Su encubrimiento puede lograrse mediante taludes con una población vegetal similar a la del entorno. Mediante hidrosiembras, si bien muchas veces no se logró una buena implantación de las semillas utilizadas, las que lograron hacerlo ayudaron a la colonización por especies espontáneas.

Las construcciones temporarias, utilizadas durante la fase de obras, deben desmantelarse y demolerse, volviendo a integrar la zona en el entorno. Ello incluye la eliminación de plásticos, restos de encofrado, descompactación de pasos de camiones... El empleo de madera en aquellas estructuras permanentes en que esto sea viable contribuye a crear la sensación de entorno más natural.

La experiencia extraída por el ponente le hace remarcar como puntos