International Geosynthetics Society

GEOSSINTETICOS EM VIAS FÉRREAS: aplicações & benefícios

Aplicações de Geossintéticos em vias férreas

O uso de geossintéticos para reduzir ou substituir as soluções tradicionais é agora uma prática aceite/aceita na construção e na reabilitação de balastro/do lastro e subbalastro/sub-lastro de vias férreas em todo o mundo. Quando corretamente especificados e instalados, está comprovado que os geossintéticos:

- melhoram o desempenho da via
- prolongam significativamente a vida útil da via
- reduzem o tempo necessário para reabilitar um determinado trecho de via (ou permitem um maior número de trechos sejam reabilitados num dado intervalo de tempo)
- reduzem os custos globais com materiais

Muitos países dependem fortemente da ferrovia para o transporte de mercadorias e de passageiros, pelo que, nos últimos anos, têm introduzido comboios mais rápidos e pesados, devido a uma crescente procura. As elevadas cargas cíclicas associadas à passagem dos comboios de mercadorias e de passageiros levam frequentemente à deterioração progressiva da via. As degradações e assentamentos excessivos da camada de balastro/lastro e da sub-estrutura/ do sub-lastro, ou a contaminação com finos provenientes do solo de fundação requerem medidas de manutenção frequentes e onerosas. Uma boa compreensão dos mecanismos de transferência de carga e dos seus efeitos nas deformações da via são requisitos essenciais para minimizar os custos de manutenção.

A via deve ser dimensionada para suportar cargas cíclicas de elevada magnitude, de modo a evitar a ocorrência de rotura/ruptura e deformação permanente excessiva da fundação. O dimensionamento da via deve, também, levar em consideração a deterioração do balastro/ lastro devido à fragmentação e as respectivas implicações na deformação da via. A contribuição do uso de geossintéticos na melhoria da estabilidade da via e na redução dos custos de manutenção está comprovada.

Os geossintéticos podem desempenhar as seguintes funções na construção e na reabilitação de vias férreas: separação de materiais com diferentes granulometrias, filtro/filtração, drenagem, reforço da fundação e estabilização de solos. Na fase de construção, os geossintéticos podem ser instalados no interior ou sob as camadas de balastro/lastro ou de sub-balastro/sub-lastro.

Esquema das principais aplicações do GSY em ferrovias

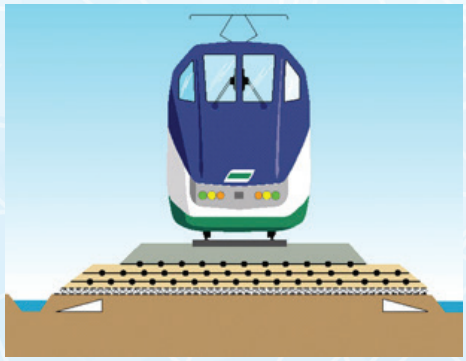
Este folheto centra-se na aplicação de geossintéticos no interior e sob as camadas de balastro/lastro e/ou sub-balastro/sub-lastro. Geralmente, os geossintéticos usados nestas aplicações são geotêxteis, geogrelhas, geocompósitos/geocompostos e geocélulas. A estabilização da via com geotêxteis, geogrelhas ou geocélulas leva a uma redução significativa da propagação em profundidade de tensões e garante resiliência ao longo da vida útil. Os geocompósitos/ geocompostos podem assegurar as funções de estabilização, drenagem, filtro/filtração e separação num único produto, reduzindo assim as deformações verticais e laterais.

Neste documento não são abordados os taludes/ muros reforçados, o controlo/controle de erosão, nem os aterros sobre solos moles reforçados com geossintéticos, pois são objeto de folhetos próprios.

As vias férreas são frequentemente construídas sobre solos moles.

As vias férreas apresentam características peculiares, em termos de cargas aplicadas à fundação: um comboio pode induzir centenas de cargas por roda em poucos segundos, ou seja, um comboio produz cargas rápidas, repetidas e cíclicas; as cargas são distribuídas dos carris/ trilhos para as travessas/os dormentes, depois das travessas/dos dormentes para o balastro/lastro e, finalmente, do balastro/lastro para a fundação; as cargas são aplicadas sempre sobre a mesma área. O efeito dessas cargas em solos moles gera assentamentos permanentes e diferenciais, que podem degradar rapidamente a qualidade da via férrea. Os geossintéticos podem ser usados para estabilizar a via férrea, de forma a diminuir os assentamentos e aumentar a sua vida útil.

Via férrea sobre solos moles sem geossintéticos



Via férrea sobre solos moles com geossintéticos

International Geosynthetics Society

GEOSSINTETICOS EM VIAS FÉRREAS: aplicações & benefícios

Separação e Filtro/Filtração

A passagem dos comboios na via provoca o movimento das travessas/dos dormentes. Como consequência, os finos do solo de fundação podem migrar para o interior das camadas granulares, diminuindo a resistência e a capacidade de drenagem destas camadas.

Com o balastro/lastro colocado diretamente sobre o solo de fundação argiloso ou siltoso é possível formar-se uma lama na interface balastro/lastro/ solo de fundação; principalmente se houver depressões ou bolsas de água ao/no nível da fundação. A circulação do tráfego provoca o movimento de partículas do balastro/lastro na interface com o solo de natureza argilosa/siltosa e, na presença de água, forma-se uma lama. À medida que a camada de balastro/lastro expande, a lama preenche os vazios existentes no balastro/ lastro. A migração ascendente da lama conduz à contração/contaminação da camada de balastro/ lastro.

Este movimento rápido e cíclico faz com que os finos argilosos/siltosos ascendam progressivamente para a camada de balastro/ lastro.

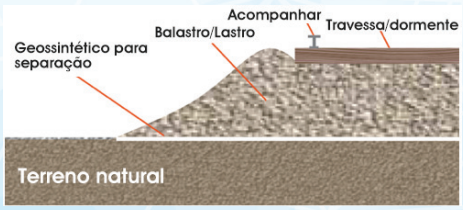
Os geossintéticos fornecem uma alternativa viável à solução tradicional de usar um sub-balastro/ sub-lastro em agregado britado de granulometria extensa, ou uma camada de areia colocada na fundação com função de filtração/separação, para evitar a contaminação do balastro/lastro.

Ao contrário da areia, os geossintéticos são fáceis de transportar e de instalar, ficando a superfície pronta para a colocação da camada do balastro/ lastro. Os geossintéticos têm propriedades controladas em fábrica e, ao contrário da areia, não necessitam de um controle da espessura da camada ao longo da via. Adicionalmente, a quantidade de material escavado e levado para depósito/um bota-fora diminui quando se usa um geossintético em substituição da camada de areia.

Os geossintéticos (geralmente geotêxteis ou geocompósitos/geocompostos) podem ser usados para separar as camadas estruturais da via, constituídas por materiais de granulometria e propriedades diferentes.

Além disso, os geossintéticos podem reduzir a penetração do balastro/lastro nos solos moles da fundação, mantendo assim a espessura e a integridade das camadas granulares e aumentando a vida útil da via. Para cumprir esta função, o geossintético deve ser resistente a esforços concentrados (rasgamento/rasgo, punçoamento/ puncionamento e rebentamento/estouro) e ter poros com dimensões compatíveis com as dimensões das partículas do material a reter.

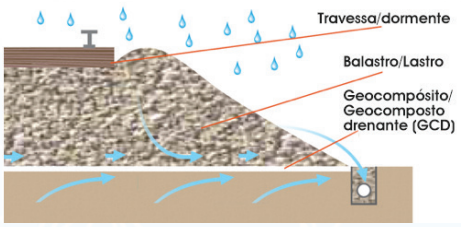
O fluxo de água da fundação para as camadas granulares sobrejacentes pode transportar finos do solo de fundação. Isso pode também ocorrer devido ao aumento das tensões na fundação associada à circulação dos comboios com a consequente migração de finos. Nesse caso, um geotêxtil pode atuar como filtro, permitindo a passagem de água, retendo simultaneamente as partículas sólidas do solo de fundação. Para cumprir a função de filtro, o geotêxtil deve ter propriedades de permeabilidade e de retenção adequadas e não deve colmatar.



Exemplo de geogrelha de alta resistência

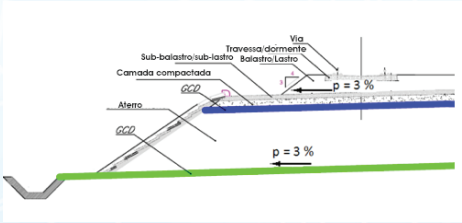
Drenagem

Uma boa drenagem é crítica para evitar a deterioração da via causada pela ação da água pluvial ou pela migração de água proveniente da fundação para a camada de balastro/lastro. Um geocompósito/geocomposto drenante (GCD) instalado em pontos específicos da estrutura da via pode providenciar a drenagem transversal, evitando a acumulação de água.
Nesta aplicação, o geocompósito/geocomposto deve ter capacidade de escoamento adequada e ser resistente a danos mecânicos.



Exemplo de geogrelha de alta resistência

The GCD can be either placed at the top of the railway embankment (usually below the sub-ballast or the compacted layer) or at the bottom of the embankment. In both cases a 2.00 – 3.0 % lateral slope is usually provided. Hence the hydraulic gradient of the water flow in the GCD is: i = 0.02 - 0.03.



Secção transversal típica com os geocompósitos/ geocompostos drenantes (GCD) colocados na base e/ou no topo de aterro

Durante a construção, quando o GCD é colocado no topo da fundação, fica sujeito a um número reduzido de ciclos de carga de magnitude muito elevada, da ordem de 500 kPa, apenas devido à passagem dos cilindros compactadores. Já durante a vida útil, o GCD está sujeito a um elevado número de ciclos de carga de magnitude reduzida. Portanto, em aplicações ferroviárias, a capacidade de escoamento através dos GCDs deve ser determinada em condições dinâmicas, sob baixo gradiente hidráulico, uma vez que a determinação desta propriedade através de ensaios estáticos pode sobrestimar o seu valor.

International Geosynthetics Society

GEOSSINTETICOS EM VIAS FÉRREAS: aplicações & benefícios

Quando o GCD é colocado na base do aterro, a carga estática causada pelo peso próprio do solo é predominante em relação à carga resultante do tráfego, que produz pressões negligenciáveis no GCD. Portanto, quando o GCD é colocado na base do aterro, a carga de dimensionamento é uma carga estática de longa duração, ignorando a contribuição da carga dinâmica induzida pelo tráfego.

Instalação de um geocompósito/geocomposto drenante na base do aterro ferroviário. Neste caso o gecompósito/ geocomposto é instalado transversalmente ao aterro.

Salienta-se que os GCDs exercem não só função de drenagem, mas também as funções de filtro/ filtração e de separação. Além disso, o núcleo drenante cria um espaço vazio suficientemente amplo, constituindo uma barreira capilar e evitando a migração de finos para as camadas granulares.

Estabilização

A passagem das rodas do comboio faz-se/se dá sempre na mesma posição e induzindo ciclos rápidos de carga-descarga (compressão e descompressão), que causa uma degradação acelerada da estrutura da via devido a deformações nos solos moles; os ciclos de carga-descarga causam a migração de finos da fundação para o balastro/lastro, que contribui para a redução das propriedades atríticas/de atrito interno do balastro/lastro; ocorrem então deformações laterais e longitudinais na via, que levam à redução da velocidade média de circulação.

Com a estabilização da fundação, todas as deformações são reduzidas e a via pode suportar um número muito maior de passagens, sem redução da velocidade de circulação; colocando um geocompósito/geocomposto drenante na interface da fundação com a camada sobrejacente pode eliminar o efeito de migração dos finos.

É geralmente aceite/aceito que os geossintéticos (particularmente geogrelhas e geocélulas) podem providenciar estabilização e confinamento lateral ao balastro/lastro e sub-balastro/sub-lastro.

O efeito de confinamento de um geossintético de estabilização é particularmente importante em aplicações ferroviárias, uma vez que o movimento lateral de partículas granulares é a principal causa de assentamento do sub-balastro/sub-lastro e do balastro/ lastro. No entanto, o aumento da rigidez também é importante, principalmente quando a construção da via é feita sobre solos moles:

uma camada de agregados de maior rigidez distribui a carga de forma mais eficaz no solo subjacente, reduzindo assim tanto o movimento dinâmico (deflexão vertical da via durante um único ciclo de carga), como o assentamento da via a longo prazo, devido à consolidação do solo de fundação.

Dependendo do efeito pretendido, o geossintético de estabilização pode ser colocado no interior da camada de balastro/lastro, na interface entre as camadas de balastro e sub-balastro/sub-lastro.

e/ou diretamente na fundação; quando colocado na base ou no interior da camada de balastro/lastro, o principal benefício é aumento do ciclo de manutenção, ou seja, aumento do período entre as operações de depuração/recuperação e de substituição do balastro/ lastro; quando são usadas geogrelhas ou geocélulas para estabilizar o sub-balastro/sublastro, o objetivo principal é aumentar a capacidade de carga da fundação em solos moles – sistema estabilizado de sub-balastro/sub-lastro.

Partículas de argila podem migrar até 1 m acima da superfície da fundação.

Quando a via é colocada diretamente sobre solos moles, a migração de partículas finas pode ocorrer com facilidade. Nestes casos, além da função de estabilização, são normalmente requeridas as funções de separação e de filtro/filtração; assim, pode ser instalado diretamente sobre os solos moles, um geocompósito/geocomposto específico (geotêxtil-geogrelha) para desempenhar as três funções referidas. Uma solução que se mostrou muito eficaz é o uso combinado de geocélulas e geogrelhas, para confinamento e estabilização lateral, e de geotêxteis não tecidos, para separação e filtro/filtração.

Com base em ensaios laboratoriais e na experiência prática a nível mundial na aplicação de geossintéticos de estabilização, destacam-se os seguintes benefícios:

A. A estabilização pode reduzir a taxa de deformação permanente da via, particularmente no caso de solos moles.
B. A deformação elástica da via num ciclo de carga individual pode ser reduzida devido ao aumento da rigidez conferida pelos geossintéticos de estabilização.
C. A estabilização pode aumentar o intervalo entre manutenções.
D. A aplicação de geossintéticos de estabilização pode levar a uma redução significativa de custos de construção e de longo prazo.

Geocompósito/Geocomposto geotêxtil – geogrelha instalado diretamente sobre a fundação constituída por solos moles para providenciar separação, filtro/filtração e estabilização.

Uso combinado de geocélulas, geogrelhas e geotêxteis não tecidos para estabilização de vias férreas

International Geosynthetics Society

GEOSSINTETICOS EM VIAS FÉRREAS: aplicações & benefícios

Geomembranas Dielétricas

Em algumas situações, particularmente quando existe circulação de corrente elétrica nos carris/trilhos, é necessário garantir que não haja nenhuma fuga de corrente elétrica entre a via e a superficie da plataforma, que possa afetar os passageiros que permanecem na plataforma.

Nesse caso, geralmente é especificado um valor dielétrico mínimo de 1000 Ω / m² a 10 000 V. As geomembranas dielétricas, produzidas com polímeros específicos, apresentam propriedades dielétricas elevadas e garantem o grau de proteção elétrica elevado necessário nesta aplicação.
Para garantir a integridade da geomembrana durante a instalação e em serviço, pode ser necessário adicionar um geotêxtil de proteção.

As propriedades elétricas das geomembranas dielétricas incluem: resistência dielétrica, constante dielétrica, fatores de dissipação e resistividade volumétrica.

Sobre o IGS

A Sociedade Internacional de Geossintéticos – International Geosynthetics Society (IGS) – é uma organização sem fins lucrativos dedicada ao desenvolvimento científico e de engenharia de geotêxteis, geomembranas, produtos relacionados e tecnologias associadas. A IGS promove a disseminação de informações técnicas sobre os geossintéticos e suas aplicações mediante um boletim (IGS News), duas revistas científicas (Geosynthetics International e Geotextiles and Geomembranes), conferências e seminários técnicos, grupos de trabalho, mais de 40 Capítulos Nacionais, publicações especiais e muitos outros meios de comunicações e de divulgação.

Declaração: A informação apresentada neste documento foi revista pela Comissão de Educação da Sociedade Internacional de Geossintéticos, considerando-se que representa justamente as práticas correntes.

Contudo, a Sociedade Internacional de Geossintéticos não aceita qualquer responsabilidade decorrente de qualquer forma da utilização da informação apresentada. A reprodução deste material é permitida se a fonte for claramente indicada.

Contacte-nos/Entre em contato

IGSsec@GeosyntheticsSociety.org
www.GeosyntheticsSociety.org