

**CONINFRA 2009 – CONGRESSO DE INFRAESTRUTURA DE  
TRANSPORTES (CONINFRA 2009 - TRANSPORTATION  
INFRASTRUCTURE CONFERENCE)**

29 A 31 DE JULHO DE 2009 (July 29<sup>th</sup> to 31<sup>th</sup> 2009)

São Paulo - Brasil

**USO DE GEOCOMPOSTO DRENANTE EM RODOVIAS: CASO DE OBRA  
(USE OF GEOCOMPOSITE DRAIN IN HIGHWAYS: CASE HISTORY)**

**VICTOR GUSTAVO CHIARI** – Engenheiro civil - Maccaferri do Brasil Ltda  
Rodovia Dom Gabriel Paulino Bueno Couto - km 66 - Jundiaí/S.P - victor@maccaferri.com.br

**ANDRÉ JONAS TAFARELO** – Engenheiro civil - Maccaferri do Brasil Ltda  
Rodovia Dom Gabriel Paulino Bueno Couto - km 66 - Jundiaí/S.P - andre.tafarelo@maccaferri.com.br

**REGINALDO BATELOCHI** – Engenheiro civil - Maccaferri do Brasil Ltda  
Rodovia Dom Gabriel Paulino Bueno Couto - km 66 - Jundiaí/S.P - reginaldo@maccaferri.com.br

**EMERSON JOSÉ ANANIAS** – Engenheiro civil - Maccaferri do Brasil Ltda  
Rodovia Dom Gabriel Paulino Bueno Couto - km 66 - Jundiaí/S.P - emerson@maccaferri.com.br

**RESUMO**

Ao longo da história as rodovias brasileiras têm enfrentado problemas de degradação, devido principalmente à falta de manutenção dos pavimentos e do sistema de drenagem, o que pode prejudicar a segurança das pessoas. Devido ao advento dos geosintéticos nos últimos anos, foi possível diminuir os custos e o tempo de instalação das obras de infra-estrutura. Este artigo apresenta uma comparação entre a eficácia do geocomposto drenante e o sistema de drenagem tradicional normalmente usado em rodovias (brita + geotêxtil) utilizando o Método de McClelland. O geocomposto drenante foi utilizado na Rodovia Péricles Bellini, SP 461, elo entre as cidades de Votuporanga e Nhandeara. O geocomposto drenante é formado por uma geomanta de polipropileno ligada em dois geotêxteis não-tecido feito em poliéster, enquanto possui a uma trincheira no “pé” do geocomposto especialmente preparado para receber o tubo dreno que coleta e transporta o fluxo de água ao destino final. O uso de geocomposto drenante provou ter várias vantagens como o custo-benefício, tempo menor de execução e tempo reduzido do transporte da água até a trincheira.

**PALAVRAS-CHAVE:** Drenagem, Geocomposto Drenante e Trincheira Drenante

**ABSTRACT**

Throughout history, Brazilian highways have been facing degradation problems which are mostly due to the lack of pavement maintenance and its associated drainage system, which can harm the people's safety. Due to the advent of the geosynthetics in the past few years, it has been possible decrease the costs and the installation time of this type of infrastructure works. This paper presents the comparison between the effectiveness of a geocomposite drain system and the traditional drainage system normally used in the highways (crushed stone plus geotextile) using the McClelland Method. The geocomposite drainage system has been used in the Rodovia Péricles Bellini, SP 461, the interconnecting highway for the cities of Votuporanga and Nhandeara. The geocomposite drainage system is formed by an extruded geomat of polypropylene thermo-bonded

03-026

CONINFRA 2009 – CONGRESSO DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (CONINFRA 2009 -  
TRANSPORTATION INFRASTRUCTURE CONFERENCE) - ISSN 1983-3903

29 A 31 DE JULHO DE 2009 (July 29<sup>th</sup> to 31<sup>th</sup> 2009)

**CONINFRA 2009 – CONGRESSO DE INFRAESTRUTURA DE  
TRANSPORTES (*CONINFRA 2009 - TRANSPORTATION  
INFRASTRUCTURE CONFERENCE*)**

29 A 31 DE JULHO DE 2009 (*July 29<sup>th</sup> to 31<sup>th</sup> 2009*)

São Paulo - Brasil

between two non-woven geotextiles made from polyester and which has a trench in the “foot” of the geocomposite drain especially prepared to receive a perforated drainage pipe which will collect and transports the water flow to the final destination. The use of the geocomposite drainage system as a trench drain has proven to have several advantages such as the cost-effectiveness, larger execution easiness and the decrease of the time to transport the water to the trench for removal.

**KEY WORDS:** *Dranaige, Geocomposite Drain, Trench Drain*

**03-026**

CONINFRA 2009 – CONGRESSO DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (CONINFRA 2009 -  
TRANSPORTATION INFRASTRUCTURE CONFERENCE) - ISSN 1983-3903

29 A 31 DE JULHO DE 2009 (*July 29<sup>th</sup> to 31<sup>th</sup> 2009*)

# CONINFRA 2009 – CONGRESSO DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (*CONINFRA 2009 - TRANSPORTATION INFRASTRUCTURE CONFERENCE*)

29 A 31 DE JULHO DE 2009 (*July 29<sup>th</sup> to 31<sup>th</sup> 2009*)

São Paulo - Brasil

## INTRODUÇÃO

A presença de água nos pavimentos é uma das principais causas do surgimento dos problemas aflitivos para as boas condições de funcionamento das rodovias. Sabe-se, portanto, que a utilização de um sistema de drenagem adequado é essencial para prolongar a vida útil do pavimento. Os drenos profundos são considerados por definição, dispositivos utilizados com a função de rebaixar o lençol freático evitando que a ação das águas subterrâneas possa afetar a resistência do material do subleito e/ou pavimentos, prejudicando seu desempenho.

O resultado da exposição contínua à umidade tem como principais conseqüências a redução do módulo elástico e a perda da rigidez das camadas da fundação com a saturação do solo e degradação da qualidade dos materiais com a interação com a umidade, culminando com o processo dos defeitos de pavimento, em especial as trincas do revestimento e o aumento da irregularidade longitudinal com o tempo. Algumas das diversas vantagens da drenagem rodoviária são:

- Atender corretamente as dimensões previstas em projeto evitando que a água fique parada ou empossada ao longo da rodovia;
- Garantir as características de resistência para o pavimento;
- Proteger o pavimento das águas que possam danificá-lo.

Nas últimas décadas, verificou-se que o avanço da técnica da drenagem dos pavimentos tem sido grande e os projetistas envolvidos vêm reconhecendo cada vez mais a sua importância. Com o advento dos geossintéticos, novas técnicas de materiais e suas respectivas utilizações foram experimentadas a fim de facilitar não só a questão da drenagem em pavimentos, mas na engenharia geotécnica de uma forma geral.

## ESTUDO DE CASO – LOCALIZAÇÃO E ASPECTOS FÍSICOS

Conhecida como Rodovia Péricles Bellin, a Rodovia SP 461 (figura 01) liga as cidades de Gabriel Monteiro a Cardoso e no trecho de Nhandeara a Votuporanga, interior do Estado de São Paulo. Esta rodovia é de responsabilidade do Departamento de Estradas e Rodagem (DER) de Votuporanga e a partir de análises feitas em vários pontos, verificou-se que o sistema de drenagem estava totalmente comprometido, acelerando demasiadamente o envelhecimento da estrutura do pavimento, comprometendo seu uso com segurança e qualidade.

Segundo informações da concessão rodoviária, os drenos longitudinais profundos existentes foram executados na época em que a rodovia foi construída e não apresentavam mais a eficiência necessária para o escoamento das águas. Com o intuito de evitar tal problema fez-se necessária a troca da drenagem comprometida por um sistema eficiente, de baixo custo e que fosse executada de forma rápida e limpa. Desta maneira, o novo sistema drenante foi executado no município de Votuporanga, localizada a aproximadamente 520 km da capital, na região Noroeste do Estado de São Paulo.

A Rodovia SP 461 está localizada nas coordenadas geográficas latitude 20° 25'02'' S e longitude 49°58'22'' W. O relevo local é pouco acidentado, constituído por solos da formação Adamantina, bacia sedimentar do Paraná de origem basáltica que também é bastante rico em areias com presença

03-026

CONINFRA 2009 – CONGRESSO DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (CONINFRA 2009 - TRANSPORTATION INFRASTRUCTURE CONFERENCE) - ISSN 1983-3903

29 A 31 DE JULHO DE 2009 (*July 29<sup>th</sup> to 31<sup>th</sup> 2009*)



# **CONINFRA 2009 – CONGRESSO DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (CONINFRA 2009 - TRANSPORTATION INFRASTRUCTURE CONFERENCE)**

29 A 31 DE JULHO DE 2009 (*July 29<sup>th</sup> to 31<sup>th</sup> 2009*)

São Paulo - Brasil

As águas provenientes das chuvas que são coletadas pelo sistema drenante rodoviário tem, basicamente, dois destinos: parte escorre sobre a superfície dos solos e parte se infiltra, podendo formar lençóis subterrâneos. É claro que estas situações não são únicas e distintas, havendo variação das condições em função das graduações que tornam os solos mais ou menos permeáveis ou impermeáveis, criando condições próprias para cada região, influenciadas pelo tipo de solo, topografia e clima. Há ainda um terceiro aspecto pelo qual a água se apresenta: a "franja capilar", resultante da ascensão capilar a partir dos lençóis d'água, obedecendo às leis da capilaridade.

Os drenos profundos têm por objetivo principal interceptar o fluxo da água subterrânea através do rebaixamento do lençol freático, impedindo-o de atingir o subleito. De uma maneira geral estes drenos são instalados, preferencialmente, em profundidades da ordem de 1.0 a 2.0 m, tendo por finalidade captar e aliviar o lençol freático e, conseqüentemente, proteger o corpo estradal. A solução dos projetos de drenagem subterrânea exige:

- Conhecimento da topografia da área;
- Observações geológicas e pedológicas necessárias, com obtenção de amostras dos solos por meio de sondagens a trado, percussão, rotativa e em certos casos, por abertura de poços a pá e picareta;
- Conhecimento da pluviometria da região, por intermédio dos recursos que oferece a hidrologia.

Para a construção de obras que apresentam contato com o lençol freático, se faz necessário o rebaixamento e condução das águas provenientes deste lençol. Para isso, empregam-se trincheiras drenantes instaladas em intervalos e em profundidades específicas, definindo o rebaixamento do nível freático em níveis previamente determinados. Os drenos longitudinais profundos devem ser instalados nos trechos em corte, terrenos planos que apresentem lençol freático próximo do subleito e em áreas eventualmente saturadas próximas ao pé dos taludes. Deve ser instalados também quando ocorrer a possibilidade de aparecimento de água livre, bem como quando forem encontradas camadas permeáveis sobrepostas a outras impermeáveis, mesmo sem a presença de água na ocasião da pesquisa do lençol freático.

Os materiais empregados nos drenos profundos diferenciam-se de acordo com as suas funções, a saber:

- Materiais filtrantes: areia, agregado britado, geotêxtil, etc;
- Materiais drenantes: brita, cascalho grosso lavado, etc;
- Materiais condutores: tubo de concreto (poroso ou perfurado), cerâmico (perfurado), de fibro-cimento, de material plástico (corrugado, flexível, perfurado ou ranhurado) e metálico.

## **SISTEMA DE DRENAGEM TRADICIONAL**

Os drenos profundos são constituídos por vala, materiais drenante e filtrante, podendo apresentar tubos-dreno, juntas, caixas de inspeção e estruturas de deságue. No caso do sistema de drenagem convencional (figura 02), esta estrutura é composta por um tubo dreno envolto por um geotêxtil não-tecido disposto longitudinalmente ao longo de todo o sistema e a vala preenchida com brita.

03-026

CONINFRA 2009 – CONGRESSO DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (CONINFRA 2009 - TRANSPORTATION INFRASTRUCTURE CONFERENCE) - ISSN 1983-3903

29 A 31 DE JULHO DE 2009 (*July 29<sup>th</sup> to 31<sup>th</sup> 2009*)

# CONINFRA 2009 – CONGRESSO DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (CONINFRA 2009 - TRANSPORTATION INFRASTRUCTURE CONFERENCE)

29 A 31 DE JULHO DE 2009 (July 29<sup>th</sup> to 31<sup>th</sup> 2009)

São Paulo - Brasil

Difundido mundialmente, este sistema é o mais conhecido e utilizado nas drenagens rodoviárias, pois utiliza materiais disponíveis, na maioria das vezes, no próprio local da obra.

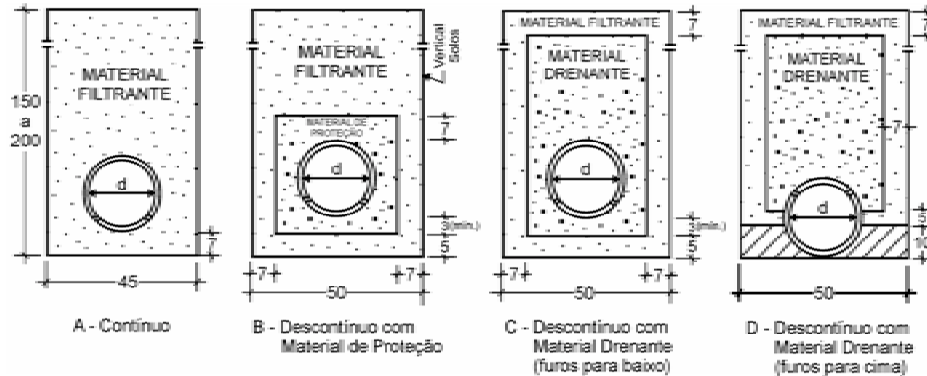


Figura 02. Seções típicas de drenos profundos.  
Fonte: Manual de drenagem de rodovias - DNIT

## GEOCOMPOSTO DRENANTE

Os geossintéticos podem ser definidos como produtos industrializados poliméricos, cujas propriedades contribuem para melhorias geotécnicas, nas quais eles desempenham principalmente funções de: reforço, filtração, drenagem, proteção, separação, controle de fluxo (impermeabilização) e controle superficial (Vidal 2002). Um dos geocompostos drenantes mais eficientes (figura 03) é formado por um núcleo drenante constituído por uma geomanta tridimensional fabricada em polipropileno e termosoldada entre dois geotêxteis não-tecido de poliéster em todos os seus pontos de contato. Por ser especialmente desenvolvido para a formação de trincheiras drenantes, responsáveis pela condução do fluxo captado pela camada granular para pontos de descarga às margens das rodovias, possuem em sua extremidade inferior uma bolsa para a inserção de um tubo dreno perfurado, responsável pelo transporte da água até um ponto de dissipação.

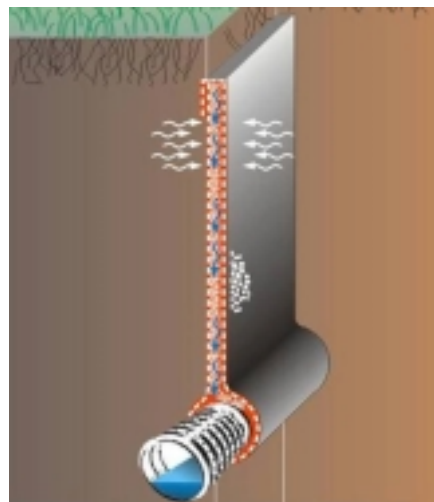


Figura 03. Ilustração do geocomposto drenante.

03-026

# CONINFRA 2009 – CONGRESSO DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (CONINFRA 2009 - TRANSPORTATION INFRASTRUCTURE CONFERENCE)

29 A 31 DE JULHO DE 2009 (July 29<sup>th</sup> to 31<sup>th</sup> 2009)

São Paulo - Brasil

## COMPARATIVO TÉCNICO ENTRE OS SISTEMAS DE DRENAGEM

Detectado o problema com o sistema de drenagem da SP 461, verificou-se a necessidade da utilização de uma solução que levasse em consideração a rapidez na execução e, principalmente, que fosse economicamente viável. Desta forma e devido a vantagens técnicas e econômicas, optou-se pelo uso do geocomposto drenante. Com este intuito, realizou-se um comparativo técnico - econômico entre o sistema de drenagem tradicional e o geocomposto drenante aplicados em rodovias (figura 04), comprovando a eficiência deste novo sistema de drenagem.



Figura 04. Ilustração do geocomposto drenante aplicados nas margens de uma rodovia.

Para a realização de tal comparativo, é importante esclarecer que em ambos os casos devem ser empregados trincheiras drenantes instaladas em intervalos e em profundidades específicas, definindo o rebaixamento do nível freático em níveis previamente determinados. Existem muitos métodos para a determinação do espaçamento e da profundidade das trincheiras drenantes, um dos mais usados é o método criado por McClelland (1943) que permite obter, além dos parâmetros já citados a vazão e o tempo de escoamento, que juntos definirão o rebaixamento.

Em primeiro lugar foi necessário obter a vazão que o sistema de drenagem deverá suportar, considerando as seguintes condições.

- **D = 1.0** = Diferença entre as cotas do N.A. original e o N.A. máximo dos drenos, em metros;
- **d = 0.7** = Rebaixamento mínimo do nível freático, em metros;
- **L = 5.0** = Distância entre os drenos, em metros;
- **k = 10<sup>-3</sup>** = Coeficiente de permeabilidade do solo, em m/s;
- **y = 0.05** = Relação entre volume de água livre e o volume de solo, variável entre 0.05 (areias) e 0.02 (argilas), adimensional.

Calculando a primeira relação através da equação 01:

$$\frac{d}{D} = \frac{0.7}{1.0} = \mathbf{0.7} \quad (01)$$

03-026

# CONINFRA 2009 – CONGRESSO DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (CONINFRA 2009 - TRANSPORTATION INFRASTRUCTURE CONFERENCE)

29 A 31 DE JULHO DE 2009 (July 29<sup>th</sup> to 31<sup>th</sup> 2009)

São Paulo - Brasil

Com este valor foi possível determinar, através da equação 02, o tempo total para o rebaixamento da superfície freática proposta.

$$\frac{t \times k \times D}{L^2 \times y} = \frac{t \times 10^{-3} \times 1}{5^2 \times 0.05} = 0.061 \quad (02)$$

$$t = 75.67 \text{ segundos} = 1.25 \text{ minutos}$$

Através do ábaco de McClelland (figura 05) foi possível obter a vazão, por metro, que cada tubo inserido no dreno deveria suportar e, com isso, dimensionou-se o sistema de drenagem necessário para captar e transportar o fluxo de águas gerado pelo rebaixamento do lençol freático.

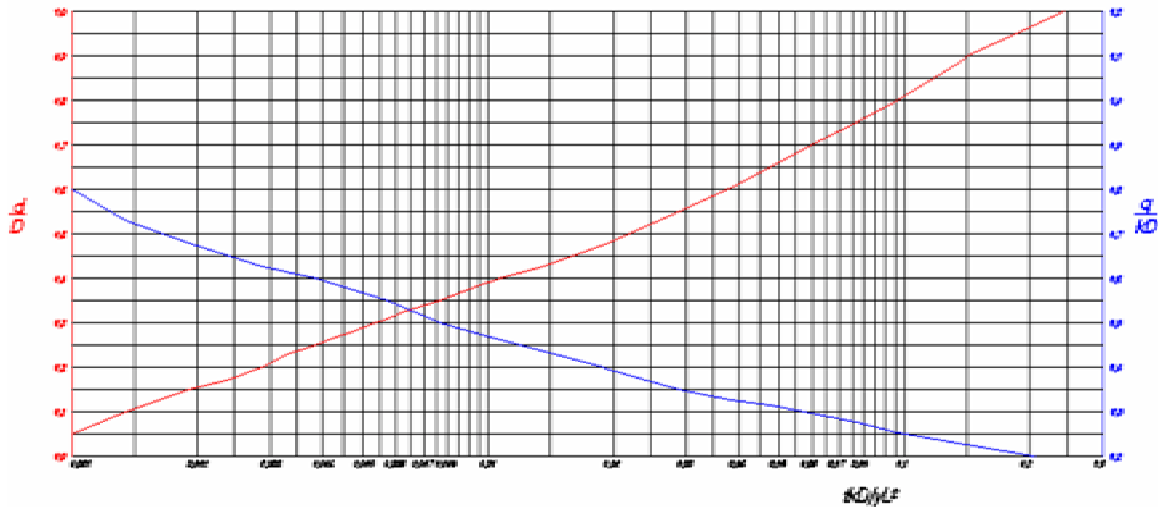


Figura 05. Ábaco de McClelland

$$\frac{q}{k \times D} = 0.292 \quad (03)$$

$$\frac{q}{10^{-3} \times 5.0} = 0.292$$

$$q = 0.00292 \text{ (m}^3\text{/s)/m}$$

Assim, a vazão ser que cada tubo deveria suportar era  $q = 0.292 \text{ (l/s)/m}$ .

## CAPACIDADE DE VAZÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM TRADICIONAL

Para a determinação da capacidade de vazão que o sistema tradicional composto por brita e geotêxtil, tomou-se como base as características abaixo:

03-026

# CONINFRA 2009 – CONGRESSO DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (CONINFRA 2009 - TRANSPORTATION INFRASTRUCTURE CONFERENCE)

29 A 31 DE JULHO DE 2009 (July 29<sup>th</sup> to 31<sup>th</sup> 2009)

São Paulo - Brasil

- **b = 0.3** = Largura da trincheira, em metros;
- **h = 1.0** = Altura da trincheira, em metros;
- **i = 1.0** = Gradiente hidráulico;
- **k<sub>b</sub> = 10<sup>-2</sup>** = Coeficiente de permeabilidade da brita 1, em metros por segundo.

De acordo com a Lei de Darcy (equação 04), tem-se:

$$V = k_b \times i \quad (04)$$

$$V = 10^{-2} \times 1$$

$$V = \mathbf{0.01 \text{ (m/s)/m}}$$

A equação 05 mostra a vazão que deveria escoar através do dreno, considerando uma drenagem vertical, por metro de trincheira.

$$Q = b \times i \times V \quad (05)$$

$$Q = 0.3 \times 1.0 \times 0.01$$

$$Q = \mathbf{3.0 \text{ (l/s)/m}}$$

Por questões técnicas (manuseio, condições transporte, armazenagem, instalação e solicitações durante a vida útil da obra), aplicam-se Fatores de Redução no material geossintético (geotêxtil) utilizado no sistema de drenagem tradicional:

- Fluência (Creep) - **FR<sub>CR</sub> = 1.20**, adimensional;
- Colmatação Química- **FR<sub>CC</sub> = 1.30**, adimensional;
- Colmatação Biológica- **FR<sub>BC</sub> = 1.25**, adimensional;

Portanto, através da equação 06 foi possível obter a capacidade de vazão admissível que o sistema de drenagem tradicional deveria suportar.

$$Q_{adm} = \frac{Q}{FR_{CR} \times FR_{CC} \times FR_{BC}} \quad (06)$$

$$Q_{adm} = \frac{3.0}{1.2 \times 1.3 \times 1.25}$$

$$Q_{adm} = \mathbf{1.54 \text{ (l/s)/m}}$$

## CAPACIDADE DE VAZÃO DO GEOCOMPOSTO DRENANTE

Considerando a vazão a ser vencida pelo sistema drenante, verificou-se a capacidade de vazão do geocomposto drenante determinando a tensão a que ele estaria submetido. Adotou-se, a favor da segurança, um ângulo de atrito  $\phi$  igual a 30° (valor típico para solos arenosos), obtendo assim um valor para o coeficiente de empuxo no repouso  $K_0$  através da equação 07.

03-026

**CONINFRA 2009 – CONGRESSO DE INFRAESTRUTURA DE  
TRANSPORTES (CONINFRA 2009 - TRANSPORTATION  
INFRASTRUCTURE CONFERENCE)**

29 A 31 DE JULHO DE 2009 (July 29<sup>th</sup> to 31<sup>th</sup> 2009)

São Paulo - Brasil

$$K_0 = 1 - \text{sen}\phi \quad (07)$$

$$K_0 = 1 - \text{sen}30$$

$$\mathbf{K_0 = 0.50}$$

De posse do coeficiente de empuxo em repouso, determinou-se através da equação 08ª a tensão horizontal efetiva aplicada sobre o geocomposto drenante.

$$P = \gamma \times h \times K_0 \quad (08)$$

onde,

$\gamma$  = peso específico do solo, em kN/m<sup>3</sup>;

h = 1.0 = altura da trincheira drenante, em metros;

$$P = 18.0 \times 1.0 \times 0.5$$

$$\mathbf{P = 9.0 \text{ kPa}}$$

A favor da segurança, adotou-se a tensão horizontal aplicada sobre o geocomposto drenante igual a **10.0 kPa**, obtendo uma capacidade de vazão igual a **2.84 l/s.m**, segundo a tabela 01. Esta tabela mostra os valores para a capacidade de vazão do geocomposto drenante para um gradiente hidráulico igual (i) a 1, adquiridos através de ensaios laboratoriais realizados na Universidade de São Paulo, na cidade de São Carlos.

Tabela 2. Capacidade de vazão do geocomposto drenante.

Tensão (kPa)	Vazão [l/s.m]
<b>10</b>	<b>2.84</b>
20	2.17
50	1.35
100	0.41

Da mesma maneira ao caso anterior aplicam-se Fatores de Redução no material geossintético (geotêxtil e geomanta) utilizado no geocomposto drenante.

- Fluência (Creep) -  $\mathbf{FR_{CR} = 1.20}$ , adimensional;
- Colmatação Química-  $\mathbf{FR_{CC} = 1.10}$ , adimensional;
- Colmatação Biológica-  $\mathbf{FR_{BC} = 1.15}$ , adimensional;
- Intrusão no solo –  $\mathbf{FR_{IN} = 1.05}$ , adimensional;

Portanto, através da equação 09 foi possível obter a capacidade de vazão admissível que o sistema de drenagem tradicional deveria suportar.

$$Q_{adm} = \frac{Q}{FR_{CR} \times FR_{CC} \times FR_{BC} \times FR_{IN}} \quad (09)$$

03-026

# CONINFRA 2009 – CONGRESSO DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (CONINFRA 2009 - TRANSPORTATION INFRASTRUCTURE CONFERENCE)

29 A 31 DE JULHO DE 2009 (July 29<sup>th</sup> to 31<sup>th</sup> 2009)

São Paulo - Brasil

$$Q_{adm} = \frac{2.84}{1.2 \times 1.1 \times 1.15 \times 1.05}$$

$$Q_{adm} = 1.78 \text{ (l/s)/m}$$

## ETAPAS DE INSTALAÇÃO DO GEOCOMPOSTO DRENANTE

A abertura das trincheiras para a inserção do geocomposto drenante foi feita com o auxílio de um equipamento mecânico chamado valetadeira (figura 06). Este equipamento permite abrir valas com largura de 15 a 20 cm, profundidade de até 1.5 m e possui produtividade média de 60 m de escavação por hora trabalhada. Além da excelente produtividade deste equipamento, todo o material retirado das trincheiras (exceto os materiais de granulometria fina como as argilas) é disposto novamente nas trincheiras. Após a abertura da trincheira, tomou-se o rolo do geocomposto drenante, colocando a extremidade inferior próxima a esta vala onde o material será inserido com o intuito de facilitar a inserção do tubo dreno (figura 07)



Figura 06. Escavação da trincheira



Figura 07. Abertura do rolo do geocomposto

A fim de evitar a entrada de solo no núcleo (formado pela geomanta de polipropileno) do geocomposto drenante, a união dos rolos de material subjacente foi feita costurando uns aos outros tomando sempre o cuidado para não obstruir a bolsa de acomodação do tubo dreno localizada no “pé” do material. Com a bolsa já costurada, amarrou-se a linha-guia (confeccionada em poliéster) na ponta do tubo dreno puxando-a na outra extremidade do rolo até completar o processo de inserção do tubo. Após esta etapa, o geocomposto drenante pôde ser inserido no interior da trincheira (figura 08), executando o reaterro manualmente em seguida (figura 09), compactando-o mecanicamente em camadas não superiores a 30 cm até o preenchimento total da trincheira.

# CONINFRA 2009 – CONGRESSO DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (CONINFRA 2009 - TRANSPORTATION INFRASTRUCTURE CONFERENCE)

29 A 31 DE JULHO DE 2009 (July 29<sup>th</sup> to 31<sup>th</sup> 2009)

São Paulo - Brasil



Figura 08. Colocação do geocomposto na vala. I Figura 09. Reaterro manual das trincheiras.

## CONCLUSÃO

A partir do exposto anteriormente, pode-se concluir que o geocomposto drenante, depois de aplicado, apresenta uma capacidade de vazão de aproximadamente 23% superior do que a apresentada pela trincheira de brita e geotêxtil. Deve-se ainda, considerar que no método tradicional, em geral, as trincheiras são abertas com no mínimo 30 cm de largura e ainda é necessário que todo o solo escavado seja levado para um outro local (pois será substituído pela brita) gerando “bota fora” com conseqüente custo de transporte. Já no sistema com geocomposto drenante se pode, após a abertura da trincheira (neste caso as trincheiras são abertas com uma largura mínima suficiente para possibilitar a entrada do tubo dreno na vala), simplesmente inserir o tubo na bolsa, posicioná-lo conforme indicado em projeto e o reaterro já pode ser executado, reutilizando praticamente todo solo escavado. Os comparativos de custo mostram uma economia de 34% por metro linear considerando a profundidade de 1 metro, em relação ao dreno convencional de brita e geotêxtil, o que o torna mais vantajoso, econômica e tecnicamente comparado ao dreno convencional.

## BIBLIOGRAFIA

- Cedergren H.R. Seepage, Drainage and Flow nets, John Wiley & Sons Inc., USA, 1967.
- Lambe T.W. & Whitman R.V. Soil Mechanics, 119-120, John Wiley, 1979.
- Koerner, Robert M. , Designing with Geosynthetics (4th Edition), Prentice Hall, USA, 1998.
- McClelland B., Large Scale Model Studies of Highway Subdrainage, Proceedings Highway Research Board, 23, 1943.
- Manual de drenagem de Rodovias - DNIT. - 2. ed. - Rio de Janeiro, 2006. 333p. (IPR. Publ., 724).
- Especificação técnica geocomposto drenante - Maccaferri do Brasil Ltda – site: [www.maccaferri.com.br](http://www.maccaferri.com.br) – Acessado em 17 de Março de 2009.
- (\*) Trecho do Manual de drenagem de Rodovias – DNIT.

03-026

CONINFRA 2009 – CONGRESSO DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (CONINFRA 2009 - TRANSPORTATION INFRASTRUCTURE CONFERENCE) - ISSN 1983-3903

29 A 31 DE JULHO DE 2009 (July 29<sup>th</sup> to 31<sup>th</sup> 2009)