

Utilização de sistemas de confinamento celular na presença de geomembranas impermeabilizantes

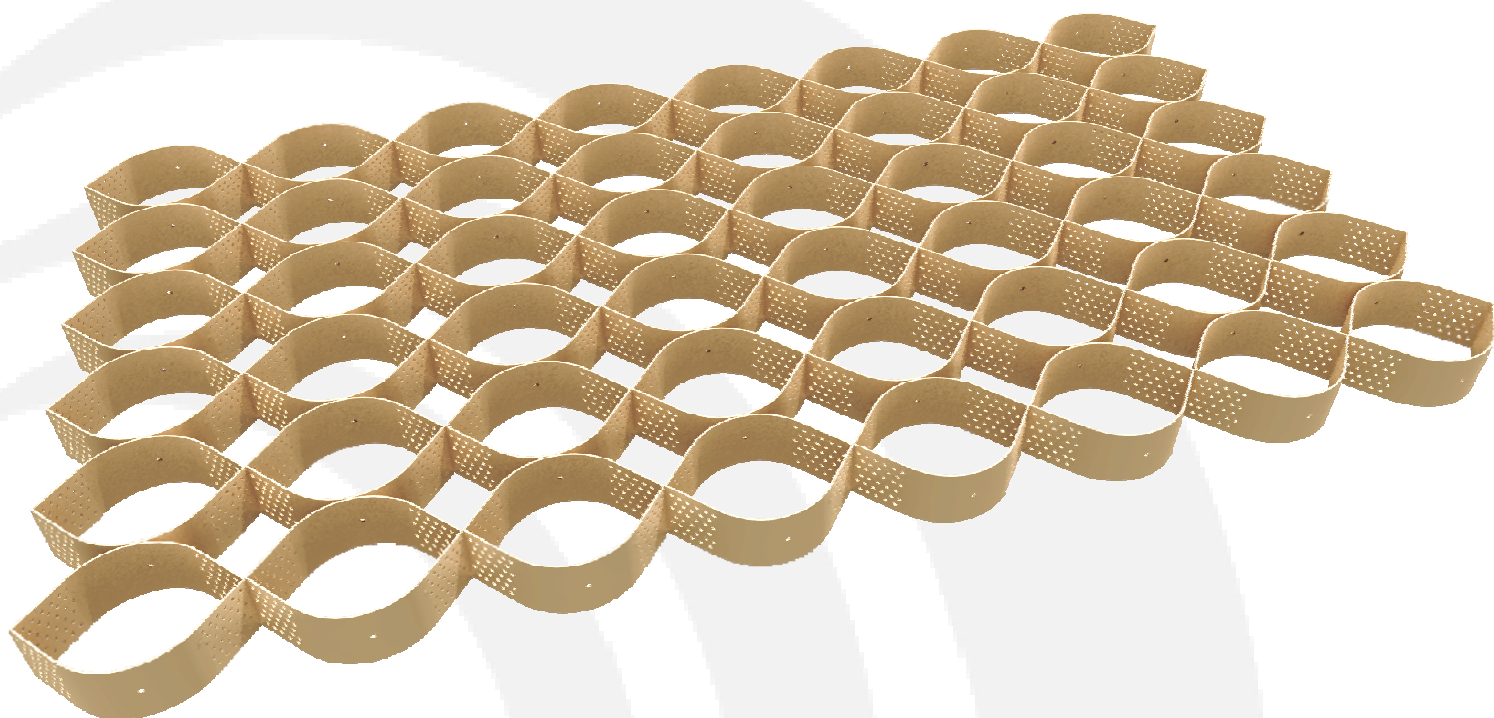
Aterros sanitários

Reservatórios

Lagoas de tratamento de águas

O caso:

Neoweb™ (by PRS)



O presente documento visa a análise da utilização de sistemas de confinamento celular em situações específicas de aterros sanitários, abordando pormenores de instalação, metodologias, casos de estudo, tendo sempre por base o sistema desenvolvido e comercializado pela empresa israelita PRS, o Neoweb™.

NOTA: Toda a informação analisada e exposta, assim como algumas das imagens, foram fornecidas pela PRS.

O sistema

O sistema de confinamento celular Neoweb™, utiliza o conceito de geocélula, assumindo a forma de um favo de mel perfurado com textura. Foi originalmente desenvolvido por um departamento militar norte americano com o objectivo inicial de se tornarem transitáveis, por veículos pesados, zonas de solos moles e instáveis. O sistema já fora testado e implementado com sucesso nas mais diversas situações, desde lamas em florestas tropicais a areias movediças em desertos, apresentando em qualquer situação grande resistência e durabilidade material. Foi concebido para resistir a condições climáticas extremas, reunindo força e flexibilidade num único material, atendendo assim às mais variadas aplicações, por mais exigentes que sejam. O sistema não apresenta qualquer tipo de perigo potencial para o ambiente, pois trata-se de um material não reagente e não degradável, o Polietileno de Alta Densidade (HDPE – High Density Polietilene). A sua utilização expande-se a um leque de usos impressionante pois:

- 1) Confina e estabiliza materiais de preenchimento;
- 2) Preserva a drenagem natural;
- 3) Limita o impacto de forças hidráulicas evitando a acumulação de pressão hidrostática;
- 4) Permite a utilização de preenchimentos com recurso a materiais disponíveis localmente, por substituição de dispendiosas importações de materiais de outros locais;
- 5) Elimina a necessidade de tubulação.

Instalação em aterros sanitários – metodologia e especificidades

A principal especificidade da aplicação de sistemas de confinamento celular em situações de aterros e/ou reservatórios prende-se com a necessidade de se conseguir

fixar este tipo de sistemas na presença de geomembranas impermeáveis, de naturezas várias, que não devem ser perfurados em circunstância alguma, uma vez que são estas últimas que asseguram o isolamento dos materiais confinados em aterro e impermeabilização de águas em suspensão no caso de reservatórios. O sistema de confinamento celular Neoweb™ é impermeável à salinidade, esgotos, resistente à corrosão e temperaturas extremas. O objectivo da sua aplicação em situações de aterro é garantir a durabilidade das membranas isolantes protegendo-as e garantindo-lhes assim a maior longevidade possível. Os materiais com os quais deve ser preenchido o sistema varia de acordo com as seguintes situações:

- 1) **Lagoas de contenção e tratamento** – preenchimento com materiais betuminosos (betão, cimento, argamassas várias);
- 2) **Drenagem e tratamento de materiais lixiviados em aterro** – preenchimento com materiais desagregados (gravilhas);
- 3) **Coberturas de aterros e reabilitação/recuperação paisagística** – preenchimento com substrato vegetal (terra, solo fértil);

a. Constituição do sistema

O sistema Neoweb™ para este tipo de aplicações deve recorrer a uma fixação feita com recurso a tendões, uma vez que de outra forma a perfuração das membranas que isolam os materiais confinados em aterro seria inevitável. Nestas condições o sistema será constituído por:

- 1) Painéis de Neoweb™;
- 2) Elementos de união dos painéis (grampos/agrafos e outros elementos alternativos);
- 3) Componentes de ancoragem (lastro, tendões e neoclips);
- 4) Material de enchimento (substrato vegetal, materiais betuminosos, etc) de acordo com as especificações do projecto;
- 5) Se estiver prevista a aplicação de material vegetal este pode ser aplicado mediante hidrossementeira (método mais rápido e económico) ou plantação.

b. Materiais, ferramentas e acessórios

- 1) Material do tipo geocélulas Neoweb™, com aplicação ou não de manta de geotêxtil de acordo com as orientações do projecto;

- 2) Tendões de poliéster (quantidades, diâmetros e resistência de acordo com as orientações do projecto);
- 3) Neo-Clips® de retenção para aplicação nos tendões (quantidades de acordo com o projecto) – utilização de braçadeiras metálicas se os cabos forem, por opção, de aço;
- 4) Faca para cortar o material;
- 5) Grampeador de ar comprimido, grampos galvanizados de 1/2 ", e lubrificante para manutenção do grampeador;
- 6) Material especificado no projecto para o enchimento do Neoweb™ e respectiva maquinaria necessária para mover, projectar e espalhar o material.

c. Descrição dos acessórios

- **Tendões**

Constituídos em poliéster com revestimento anti-fricção patenteado, integram-se no sistema através de orifícios previamente perfurados nas geocélulas (não é aconselhável utilizar os orifícios de drenagem), permitindo assim que o sistema se fixe ao terreno de forma estável contrariando as forças gravíticas e hidrodinâmicas, especialmente em aplicações em canais e taludes, onde a utilização de estacas deixa de ser opção. É fixo na coroa do talude e amarrado com Neo-clips® distribuídos por todo o talude de forma a manter o sistema estável. Podem também ser metálicos (mais resistentes para projectos mais exigentes desse ponto de vista) e possuem um diâmetro padrão de 6mm.

- **Neo-clips®**

São distribuídos por todo o sistema e ajudam à fixação do mesmo com o auxílio dos tendões. São fixos junto aos orifícios das geocélulas por onde passam os tendões. São utilizados para tendões em poliéster. Para tendões metálicos utilizam-se grampos metálicos galvanizados.

- **Acessórios para fixação/união dos painéis**

São na sua generalidade utilizados grampos/agrafos, com 1/2 ", em aço galvanizado, para unir, numa ligação célula-célula, os painéis adjacentes uns aos outros (4 grampos/agrafos por célula com uma altura de 10cm). No entanto outras opções como

uma cosedura com recurso a um fio de aço resistente é também viável, no entanto acrescenta morosidade e complexidade a uma fase da instalação que se quer simples.

d. Instalação

- 1) A instalação do sistema requer a preparação da superfície que o receberá. O procedimento consiste na regularização do terreno de forma a eliminar reentrâncias abruptas assim como relevos emergentes que possam causar situações de desnivelamento dificultando a colocação dos painéis Neoweb™;



Figura 1 – Preparação/regularização do terreno com recurso a maquinaria

- 2) A segunda fase consiste na execução de um lastro, normalmente em material betuminoso, o que permitirá a ancoragem no sub-superficial no topo do talude, aumentando o peso do sistema conferindo-lhe maior estabilidade. Esta técnica é usualmente designada por “concrete deadman”. Para tal é aberta uma vala na crista do talude onde será inserido o lastro e no qual serão fixas as extremidades dos painéis de Neoweb™ assim como da geomebrana subjacente (de acordo com as indicação do fornecedor);



Figuras 2 e 3 – Exemplos de aberturas de valas na crista de taludes para colocação de lastros

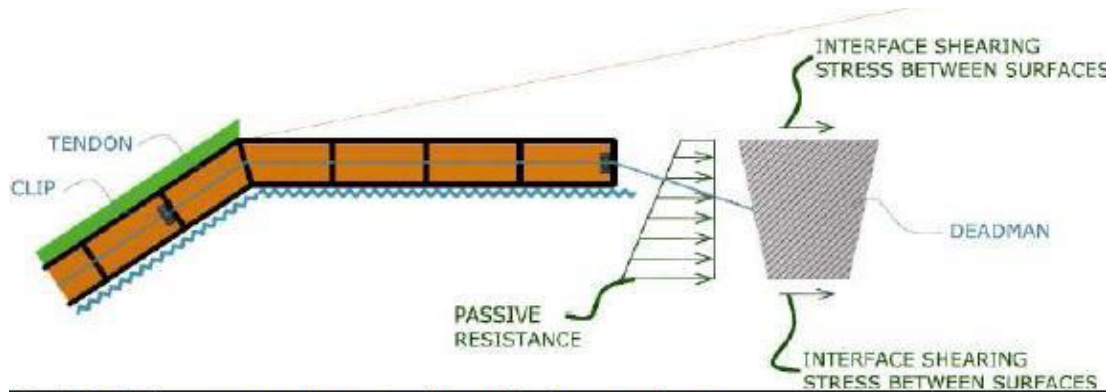


Figura 4 – Fixação dos tendões que atravessam o painel de Neoweb no lastro ("deadman")

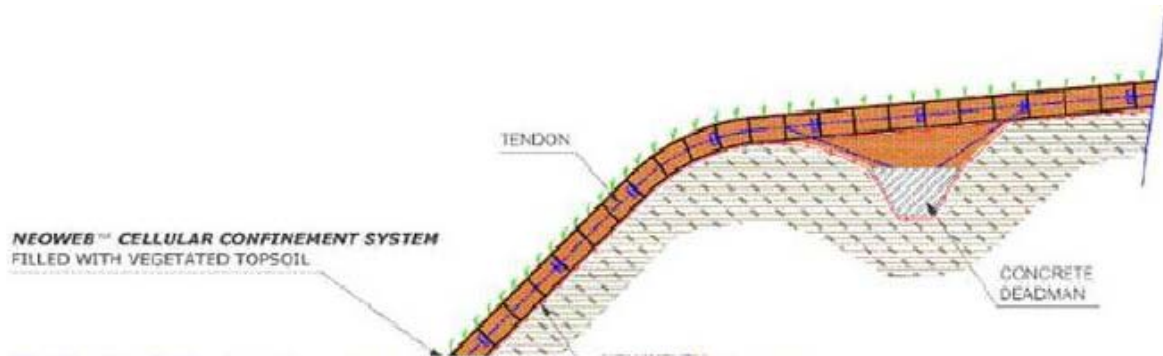


Figura 5 – Utilização do "concrete deadman" para uma maior estabilização do sistema (recurso a blocos e matérias pré-fabricados)

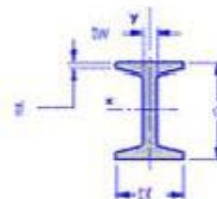
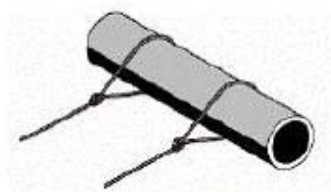


Figura 6 e 7 – Alternativas para execução de um lastro (tubo metálico e estaca metálica)

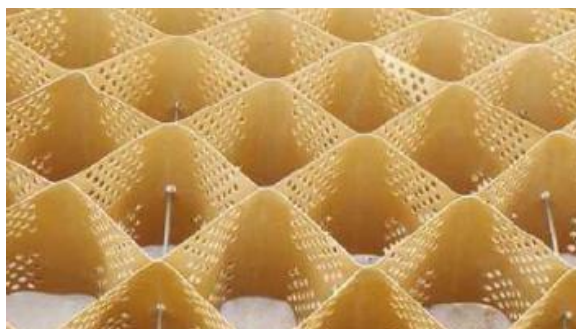
NOTA: Pode ser necessário a execução de lastros intermédios, consoante as indicações do projecto.

- 3) Segue-se a preparação dos painéis de geocélulas. Estes devem ser dispostos de forma a que se possa proceder à sua fixação na crista do talude podendo posteriormente ser esticados ao longo da superfície que se pretende cobrir, como se de uma cortina se tratasse. Os painéis devem ser cortados com a medida dos taludes antes da sua fixação, uma vez que não é possível proceder ao seu corte quando já fixos.



Figuras 8 e 9 – Painéis ainda embalados e sua preparação para aplicação

- 4) Uma vez preparados os painéis, e devidamente perfurados para a inserção dos tendões (caso não venham previamente perfurados podem ser feitos com o painel ainda comprimido com uma broca com diâmetro de 10-12mm) procede-se à inserção deste com os painéis ainda por esticar, o que facilita a tarefa. Os tendões devem possuir pelo menos mais 10% de comprimento que o comprimento total apresentado pela superfície a revestir com Neoweb™. Isto para que haja comprimento suficiente para serem atados aos Neo-clips® e no lastro situado na crista do talude. Na altura de se cortar o tendão deve colocar-se alguma fita adesiva na região do corte de forma a evitar o desgaste do mesmo.



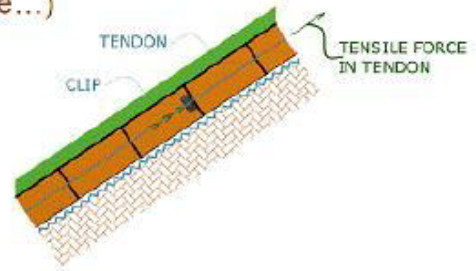
Figuras 10 e 11 – Colocação de tendões nos painéis

- 5) À medida que se vai introduzindo o tendão, célula após célula, deve-se, sempre que se atingir o atravessamento total de um painel, dar início, com o mesmo tendão, ao atravessamento do painel seguinte, procedendo-se desde logo à sua fixação ao anterior com recurso a agrafamento de forma a que orifícios fiquem desde logo coincidentes. Os tendões são fixos, na zona da crista do talude, com um nó no lastro que lá estiver aplicado. A distância entre

nós deverá estar estipulada no projecto. Na extremidade oposta dos tendões aplicam-se os Neo-clips® que impedirão que o tendão se solte na altura em que se proceder ao esticar dos painéis sobre a superfície.



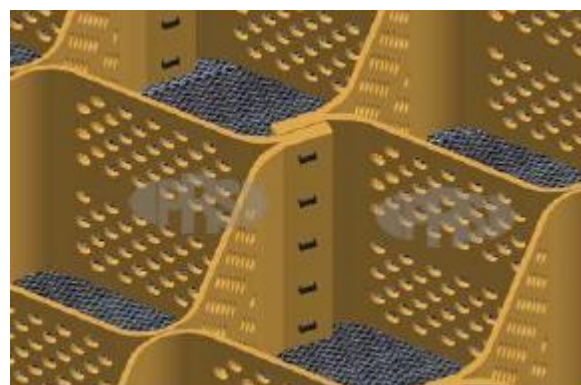
Downslope Anchorage System –
For Non-Penetrated Slopes (Landfill, Reservoir,
Rocky Slope...)



Figuras 12 e 13 – Fixação dos painéis na crista do talude - ancoragem



Figuras 14 e 15 – Neo-clips® aplicados em tendões de poliéster e desenrolamento dos painéis



Figuras 16 e 17 – Fixação dos painéis com agrafos com recurso a um grampeador

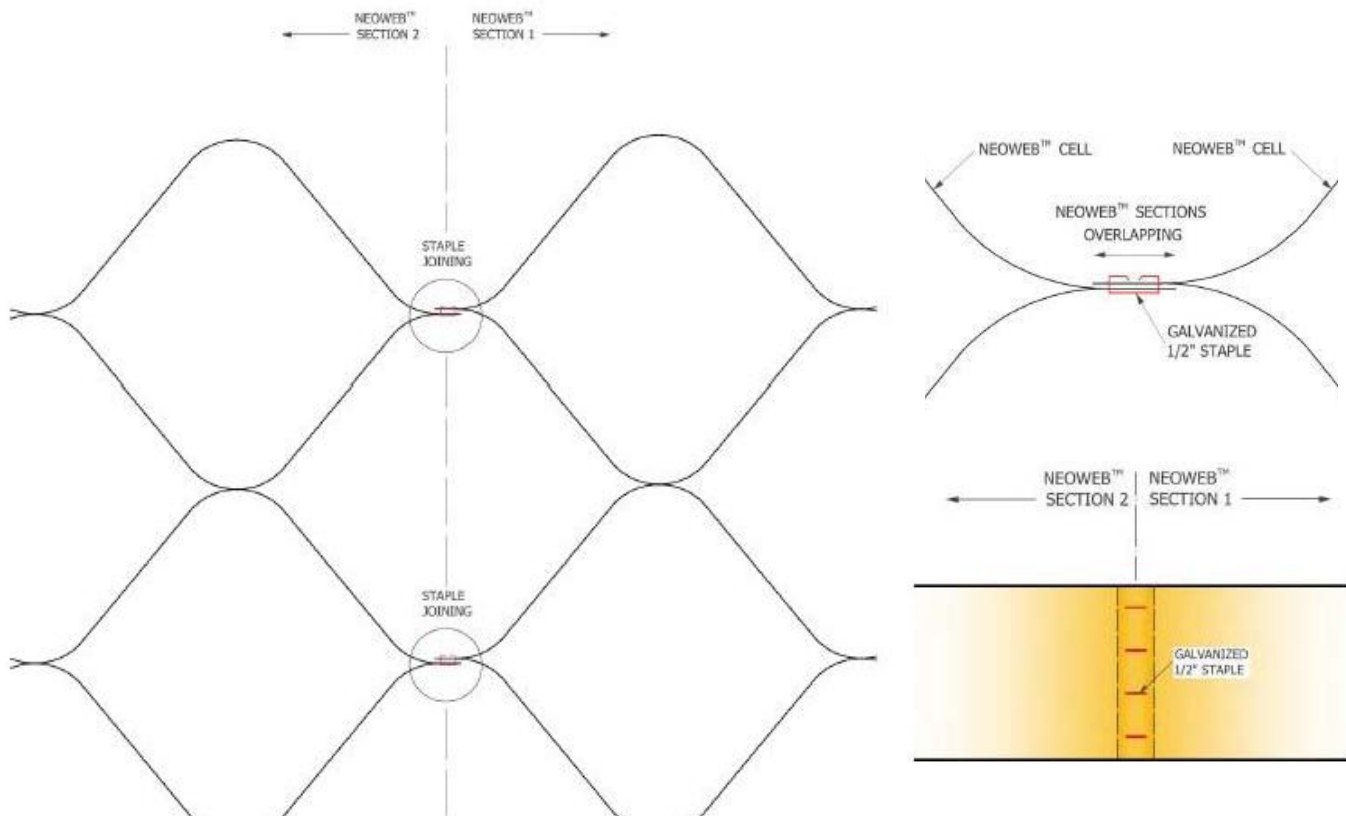


Figura 18 – Pormenor para a fixação lateral dos painéis com recurso a agrafos/grampos

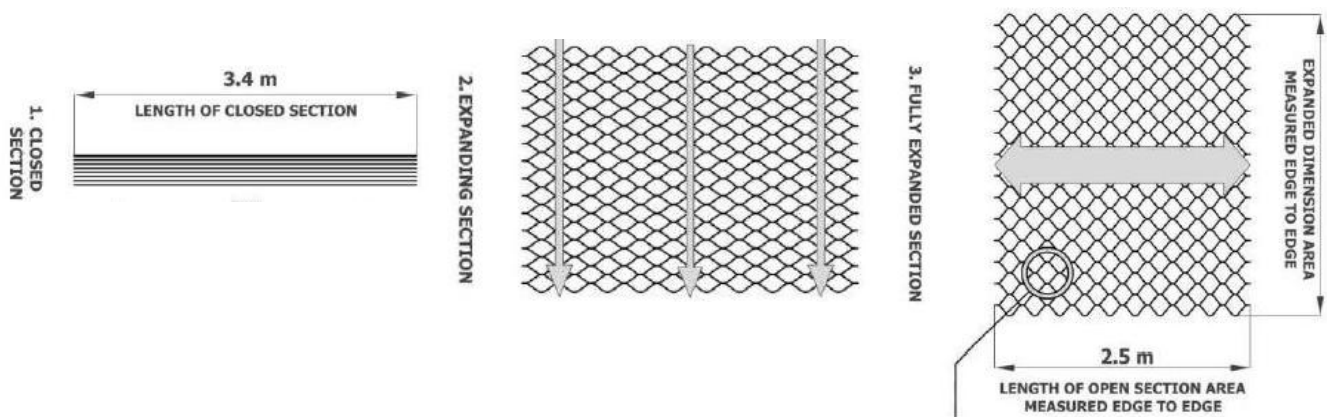


Figura 19 – Pormenor ilustrativo de metodologia de desenrolamento dos painéis ao longo da superfície pretendida, após fixação na crista/topo do talude

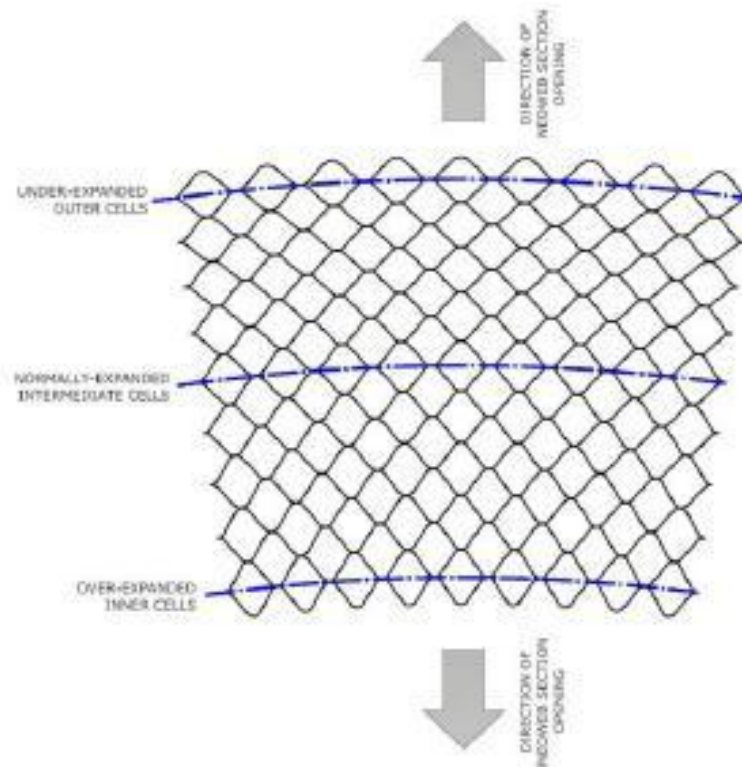


Figura 20 – Moldagem dos painéis de Neoweb™ em situações de curvaturas suaves a moderadas

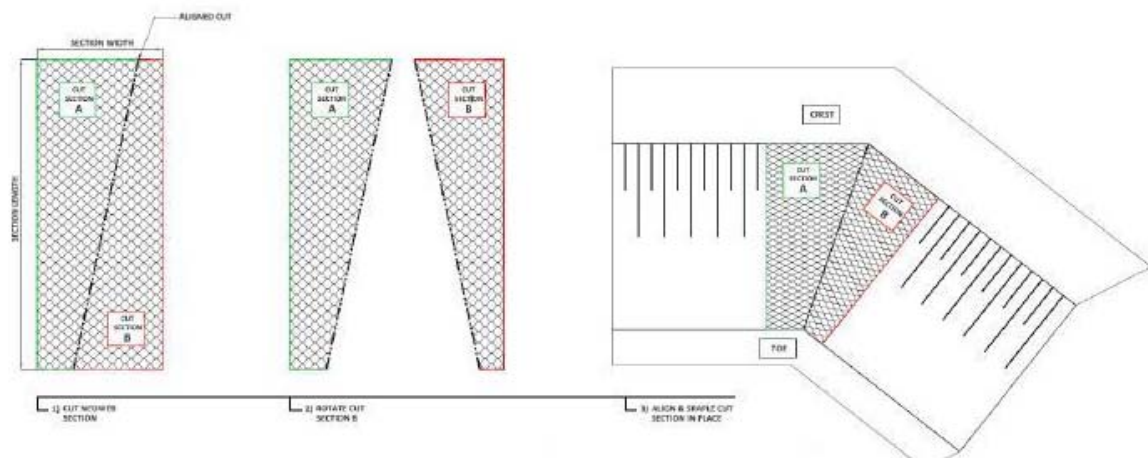


Figura 21 – Aplicações de Neoweb™ em situações de curvaturas de moderadas a acentuadas – necessidade de corte dos painéis para que não haja excessiva deformação das geocélulas.

Os segmentos recortados podem ser mantidos para as zonas de remate de aplicação.

- 6) A última fase passa pelo soterramento com aproximadamente 50cm de altura de terra sobre as extremidades dos painéis localizadas no pé do talude. Uma vez concluído tal processo procede-se ao preenchimento e compactação dos materiais com que se pretende encher as geocélulas seguindo as orientações do projecto.



Figuras 22 e 23 – Preenchimento dos painéis com diferentes materiais – terra e cimento



Figura 24 – Compactação, espalhamento e alisamento do material após preenchimento - uniformização

Casos de estudo

Projectos/obras realizadas no âmbito de aterros sanitários e/ou reservatórios

País	Designação do projecto	Ano de realização	Cliente
Bulgária	Reservatório de Shuman	2004	S.B.I. LTD
Alemanha	Reservatório de retenção	2004	Bernburg

de águas de chuva			
Alemanha	Reservatório de retenção	2005	Zwingenberg
Alemanha	Reservatório de retenção	2006	Euskirchen
Israel	Beit Herut	1996	Distribuidor local
Israel	Reservatório em Savion	1996	Município de Savion
Polónia	Reservatório em Gora	2001	Município de gora
Polónia	Reservatório em mina de carvão	2001	Município de Gora
Polónia	Reservatório em Kielpinek/Gdansk	1999	Kielpinek/Gdansk
Polónia	Margem e leito de rio	2003	Município de Kielce
Polónia	Reservatório de Lublin	2006	Structum
Polónia	Reservatório de água em Einovertzlev	2000	Município de Einovertzlev
Portugal	Protecção de aterro de resíduos radioactivos	2007	Autoridades locais



Landfill, Sophia, Bulgaria





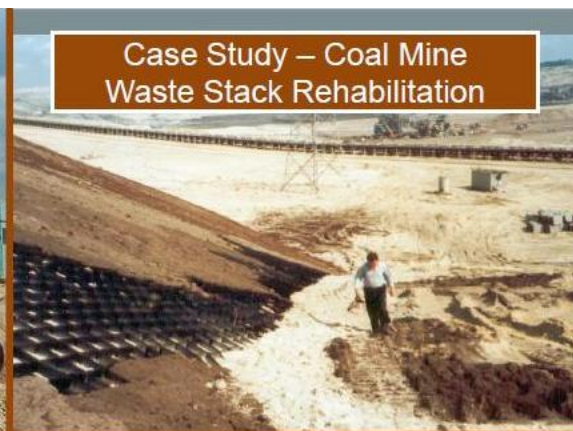
Case Study – Coal Mine Waste Stack Rehabilitation

Bechaltow Coal Mine, BOT, Poland

- 200 m high x 4 km wide waste stack
- Slope protection and soil stabilization
- Perforations improve soil health and drainage
- Site mitigation – forestation, wind farm, trails for cycling and downhill skiing!



Case Study – Coal Mine Waste Stack Rehabilitation





Slope & Tendons, Israel



**SLOPE PROTECTION
Javaev, Kazakhstan**









RESERVOIR & LANDFILLS

Reservoir, Lublin, Poland



Rio Cervol, Valencia, Spain

