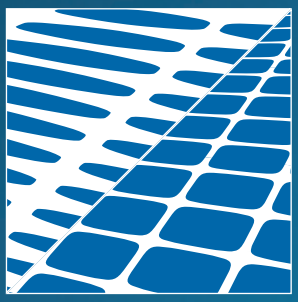
TRITON®
COASTAL AND WATERWAY SYSTEMS

TRITON®
MARINE MATTRESS

GUÍA DE INSTALACIÓN

Tensar®

Los sistemas Triton® pueden reducir mucho el costo total del proyecto frente a soluciones como el riprap.



GEOMALLAS TENSAR®

Los sistemas Triton deben su resistencia y durabilidad a las **geomallas Tensar® uniaxiales (UX)** y **biaxiales (BX)**, las geomallas de refuerzo y estabilización de Tensar. Gracias a su rigidez y a su capacidad de trabazón, estas geomallas resisten el paso del tiempo y rinden mejor que otros geosintéticos del mercado. Para más información, visite **www.tensarcorp.com**.

Introducción

Construir en zonas costeras nunca había sido tan fácil gracias al desarrollo de los Triton® Coastal & Waterway Systems de Tensar International Corporation (Tensar). Como ofrecen soluciones durables y económicas para aplicaciones dentro y alrededor del agua, los sistemas Triton se usan normalmente en:

- Proyectos de control de erosión
- Cimentaciones o núcleos de rompeolas, espigones, etc.
- Rellenos de alta resistencia construidos bajo agua o con materiales de relleno de baja calidad
- Revestimiento de canales y protección de puentes
- Calzadas elevadas, bordas, diques y accesos a puentes
- Cubierta protectora de servicios y tuberías sumergidas

Fabricados con geomallas y geotextiles avanzados, pueden integrarse con material de relleno natural o vegetación de fácil acceso para formar celdas flexibles y muy resistentes. Esa flexibilidad permite que los sistemas Triton se adapten al relieve del terreno y a subrasantes irregulares mucho mejor que las soluciones convencionales. Y, gracias a técnicas de colocación propias, los sistemas Triton pueden reducir de forma importante el costo total del proyecto frente a soluciones convencionales como el riprap.

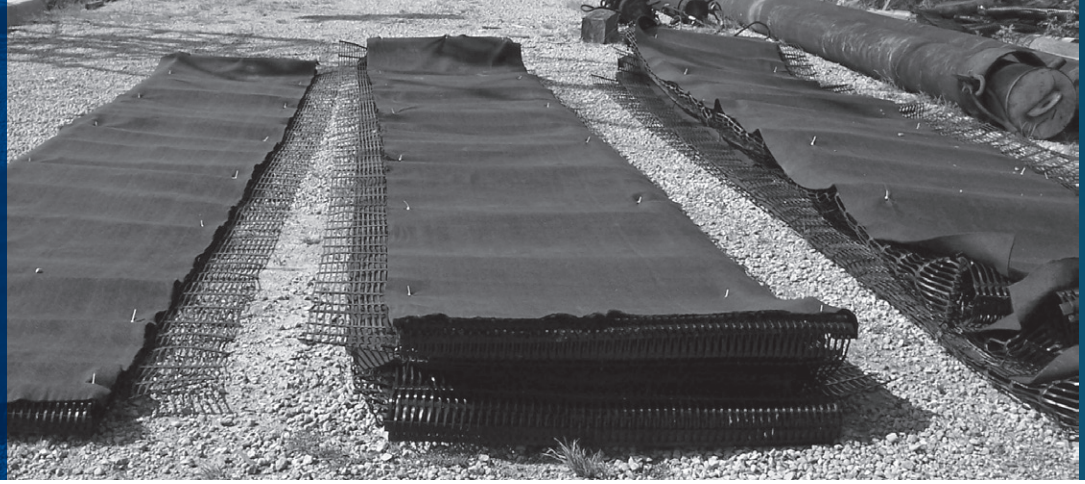
Herramientas necesarias

MARINE MATTRESS		
	Suministra Tensar	**Suministra Contratista**
Prefabricated Units	X	
Braid (para las costuras restantes)	X	
Additional Grid (para anclaje)	X*	
HDPE Bars (para empalmes)	X	
Relleno de piedra		X
Filling Frames		X***
Geotextil		X**
Cinchos plásticos (para fijar temporalmente la geomalla o los bodkins)		X
Palas (para ayudar en el llenado)		X
Barras de 1.5 – 2 pulg. (para apisonar la piedra)		X
Tijeras o cizallas (para cortar la geomalla)		X
Herramienta de alambre hecha a mano (para pasar el braid por la geomalla [opcional])		X
Taladro con broca plana de 3/8 pulg. (para perforar las HDPE bars)		X
Cargador frontal (para mover la piedra y llenar las unidades)		X
Grúa o retroexcavadora (para izar unidades)		X
Steel Lifting Bar (de 6-8 pies de largo, 4 pulg. o más de diámetro, cédula 80) (se coloca en el lifting hoop para izar las unidades)		X***
Spreader Bar o viga I (si se iza la unidad por ambos extremos) **con Lifting Eyes** (el spreader bar o viga debe tener aproximadamente el mismo largo que la unidad llena que se iza)		X***
Choker cables, cables de izaje, grilletes y demás aparejos		X***

**Additional grid para anclaje según lo indiquen los planos y especificaciones del proyecto.*

***Tensar puede suministrar el geotextil según los planos y especificaciones del proyecto. El contratista puede adquirirlo con otro proveedor.*

****Tensar ofrece en alquiler el filling frame mecánico, el spreader bar, las lifting bars y los cables.*



Unidades prefabricadas de Triton Marine Mattress.

Marine Mattress System

El Triton® Marine Mattress System está diseñado para las condiciones exigentes de los proyectos de protección contra erosión y de cimentaciones sumergidas. Para una descripción completa de sus aplicaciones, consulte el folleto general de los sistemas Triton. Los siguientes procedimientos aplican al llenado e instalación de Triton Marine Mattresses típicos con espesor nominal de 12, 18 y 24 pulg.*

***NOTA**: el uso de otros procedimientos está sujeto a la aprobación del ingeniero. Salvo otra indicación del ingeniero, use materiales y configuraciones conformes a los planos de taller aprobados.*

Ejemplo de un filling frame hidráulico.

CONSIDERACIONES ESPECIALES

Temperatura – Evite manipular los materiales poliméricos o las unidades de colchón cuando la temperatura ambiente sea menor de 23° F (-5° C). Los materiales poliméricos deben almacenarse a temperaturas mayores de -20° F (-29° C).

Materiales dañados – Si la unidad está dañada, contacte a su representante de Tensar para obtener el suplemento *Suggested Repair Guidelines for Triton Marine Mattress* y consulte con él ***antes*** de llenar, izar o colocar la unidad.

Acopio de materiales – El fabricante debe revisar los materiales del colchón al recibirlos, para verificar que sean los correctos y que no tengan defectos ni daños de fabricación, transporte o manipulación.

El contratista debe almacenar y proteger los materiales así:

- Evite que lodo, concreto fresco, epóxico u otros materiales dañinos entren en contacto y se adhieran a los materiales del colchón
- Almacene las unidades ordenadamente apiladas para evitar deformaciones, dobleces, etc.
- Manipule las unidades de forma que no se pierdan los bodkin rods. (No arrastre las unidades sobre superficies duras como asfalto o concreto.)
- Coloque los rollos acostados o parados sobre un extremo
- En climas fríos conviene, si es posible, dejar los colchones prefabricados bajo techo 24 horas antes del llenado. Así la geomalla conserva su flexibilidad y se reducen algunas dificultades al preparar y llenar los colchones.

Los Triton® Coastal and Waterway Systems son una solución durable y no corrosiva contra la erosión en costas y vías navegables.

IMAGEN 2: *Unidades apiladas listas para llenar. La tercera costura está terminada.*

PREPARACIÓN PARA EL LLENADO

Al preparar el llenado puede ser necesario coser la tercera costura lateral larga del colchón. También hay que coser las costuras cortas de cada extremo (que forman las esquinas) para formar una caja larga con un lado abierto para llenar. En general, no importa cuál de las dos costuras largas se elige como tercera o como cuarta.

Área de trabajo – Esta costura se hace normalmente en un área abierta junto a la zona de llenado. Las unidades pueden apoyarse de canto contra un soporte liviano. Así los trabajadores pueden caminar a lo largo de un lado de la unidad y coser casi a la altura del hombro.

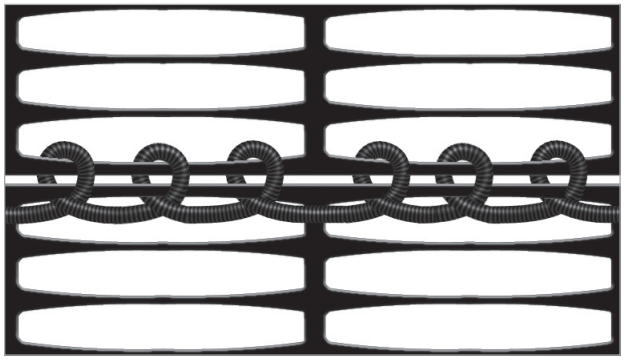


FIGURA 1: *Costura lock-stitch típica con braid para fabricar el colchón.*

IMAGEN 1: *Los nudos deben hacerse de forma que no se deslicen ni se aprieten.*

Costura – Con las técnicas y procedimientos de la Figura 1 y la Imagen 1, complete la tercera costura si hace falta y la costura corta de cada extremo. Las unidades pueden apilarse (vea la Imagen 2 y la Figura 2). Después de coser, la unidad está lista para llenarse.

Rendimientos* – Como regla práctica para la tercera costura, dos trabajadores cosen unos 90-120 pies lineales por hora. Para colchones de 30 pies de largo, equivale a 3-4 unidades por hora.

****NOTA**: los rendimientos indicados son solo para estimaciones generales, con base en proyectos ya ejecutados. No garantizan que el contratista los alcance.*

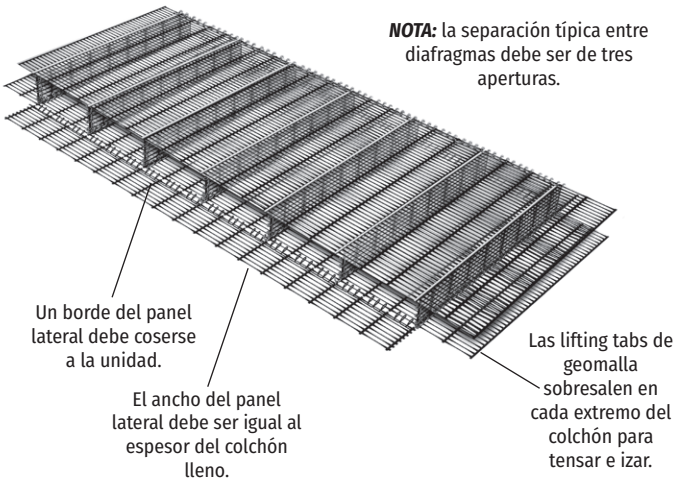


FIGURA 2: *Configuración típica de un colchón prefabricado.*

En los UX Marine Mattresses, el diámetro promedio de la piedra debe ser de 4 pulg.

LLENADO Y CIERRE

Preparación del colchón – Antes de llenar el colchón marino, el contratista debe cerrar las costuras verticales en los extremos del panel lateral que se cierra en la prefabricación (vea la Figura 3, página 6).

Área de trabajo – Normalmente se usan uno o más frames para el llenado con la unidad de canto. El equipo vibratorio no se considera necesario; por lo general se requiere apisonar a mano, que es más efectivo. Las funciones básicas del soporte de llenado son:

- Sostener la unidad de forma segura durante el llenado y cierre, parada de canto, con el lado abierto hacia arriba
- Ayudar a guiar la piedra hacia los compartimentos de la unidad
- Dar acceso a los trabajadores para apisonar la piedra y coser las costuras restantes
- Facilitar que la unidad llena baje de forma controlada a la posición horizontal desde la cual se iza

Se han usado con éxito otros tipos de soporte para el llenado (vea la Imagen 3). Con aprobación del ingeniero, el contratista puede usar otro soporte que permita llenar y bajar las unidades de forma segura y completa, sin causar daños inaceptables. Se requiere soporte lateral. Si se tensa la unidad durante el llenado y el descenso, evite dañar las lifting tabs usando conexiones similares a las del izaje.

La separación entre los lados del soporte de llenado debe ser un poco mayor que el espesor nominal del colchón. Por ejemplo, para un colchón de 12 pulg. de espesor, la separación debe ser de 13–14 pulg. Normalmente el área de llenado debe dejar espacio para que el equipo cargue piedra desde un lado de la unidad mientras los trabajadores trabajan desde el lado opuesto.

Tamaño de la piedra – Salvo otra indicación del ingeniero, la granulometría del relleno de piedra debe cumplir los planos y especificaciones del proyecto. Se sugiere lo siguiente para facilitar y agilizar un buen llenado:

- El tamaño promedio de la piedra no debe ser mayor de 4 pulg.
- El tamaño máximo de la piedra no debe ser mayor de 6 pulg. Si piedras grandes se atoran en los compartimentos, impiden el llenado completo o deforman o dañan las unidades, deben descartarse antes de colocarlas en el colchón.
- El tamaño mínimo de la piedra suele ser de 1.5–2 pulg. Al izar y colocar el colchón no debe salirse piedra, o muy poca.

Ejemplo de filling frame que ofrece Tensar.

***IMAGEN 3:** Este filling frame de madera se construyó para un proyecto de colchones marinos en Kauai, Hawái.*

Separadores de plywood mantienen separadas las dos capas principales de geomalla para abrir bien el colchón al llenarlo.

Llenado de los compartimentos – Los diafragmas del colchón tienden a cerrar los compartimentos vacíos. Conviene usar primero bandas elásticas o separadores para mantener separadas las dos capas principales de geomalla y abrir bien los compartimentos (vea la imagen de arriba). Con el cucharón del cargador (o similar) un poco arriba de la unidad, deje caer la piedra en cada compartimento (vea la Imagen 4). Llene por etapas para lograr un llenado completo sin empujar ni pandear demasiado los diafragmas. Una secuencia típica es:

- Llenar hasta la mitad
- Quitar los separadores
- Apisonar cada compartimento
- Llenar hasta arriba
- Apisonar de nuevo cada compartimento
- Completar con más piedra, un poco colmada (+2 pulg.) sobre el borde

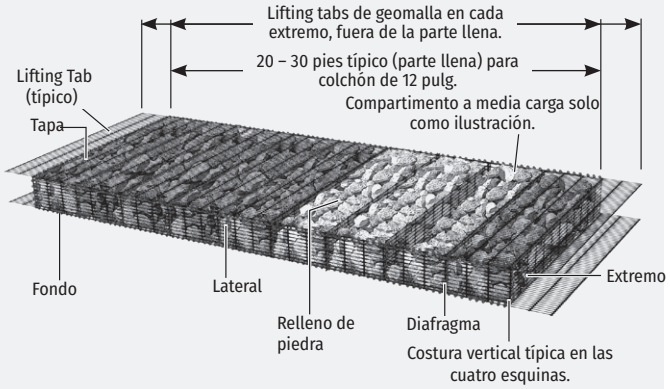
IMAGEN 4: *Sobrellene para que la piedra quede un poco colmada sobre la unidad.*

El apisonado compacta la piedra para que no se desplace al izar o colocar el colchón.

El apisonado busca eliminar vacíos en la piedra y lograr un llenado completo, que se nota cuando cada compartimento queda abombado de forma pareja. Un llenado apretado es importante en algunas condiciones y aplicaciones, porque evita que la piedra se desplace. Un llenado incompleto suele notarse al izar la unidad, por espacios vacíos cerca del borde de uno o más compartimentos.

Cierre – Con la unidad llena todavía parada de canto en su soporte, complete la cuarta costura y la costura corta de cada extremo. Use las técnicas y procedimientos de costura de la Figura 1.

Rendimientos – Como regla práctica, en el llenado y cierre una cuadrilla de tres trabajadores, más un cargador y su operador, llena una unidad de 30 pies en unos 45 minutos.



NOTAS:

- Extremos, tapa, fondo, lados y cualquier largo extra para izaje o anclaje deben ser de geomalla Tensar® UXTriton200 o UXTriton300.
- Los diafragmas internos deben ser de geomalla Tensar UXTriton100.
- Ancho nominal de las unidades: 5 pies (lleno), 4.4 pies (vacío)
- Espesor típico (lleno): 12 pulg. (también en 18 y 24 pulg.).
- Pueden usarse cinchos plásticos para fijar los bodkin connectors antes de tensar o llenar la unidad.

FIGURA 3: *Configuración típica de unidades de colchón llenas.*

TRANSPORTE DE UNA UNIDAD LLENA

Bajar a posición horizontal – Para poder izarla, cada unidad llena debe girarse de la posición de canto (parada sobre un lado) a la posición plana (acostada sobre su panel inferior). Esto se logra con un soporte estable con un lado abatible y resistente, bajando lentamente ese lado con equipo.

Formar los lifting hoops – Use una conexión bodkin como se muestra en la Figura 4 para formar el lifting hoop. Use cinchos (o similar) para que la pieza de conexión no se salga cuando no hay tensión. El hoop puede armarse de dos formas (vea las Figuras 5 y 6):

- En cada extremo de la unidad, conecte directamente entre sí el par de lifting tabs; o
- En cada extremo de la unidad, use una pieza aparte de la misma geomalla para formar un hoop más largo. Conecte cada extremo de esa pieza a una de las lifting tabs. (Este tipo de hoop puede convenir más en algunas condiciones.)

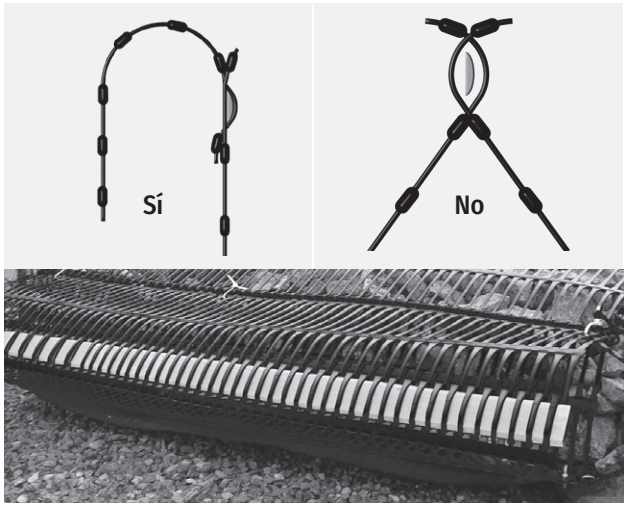


FIGURA 4: *Use una conexión bodkin para formar el lifting hoop.*

Rendimientos – Como regla práctica, para mover la unidad llena una cuadrilla de tres trabajadores, más una retroexcavadora grande o grúa pequeña y su operador, mueve una unidad llena y coloca otra vacía en el soporte de llenado en unos 10 minutos. Si no se usa filling frame, puede requerirse de cinco a 10 minutos más para preparar cada unidad.

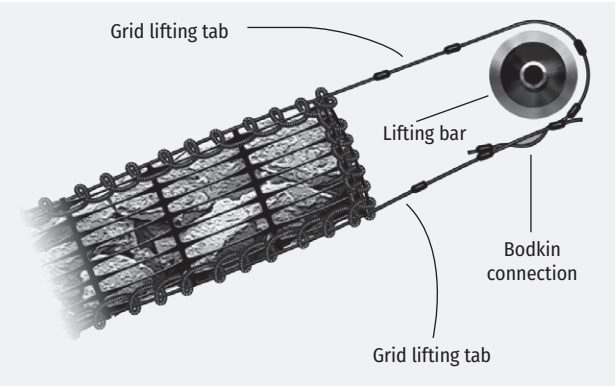


FIGURA 5: *Lifting hoop formado conectando directamente las lifting tabs.*

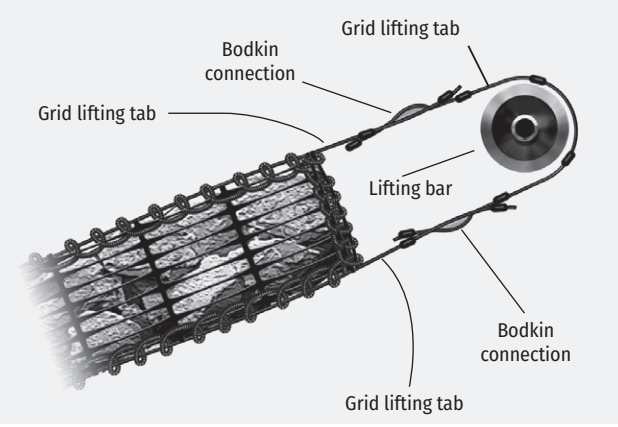


FIGURA 6: *Lifting hoop formado conectando las lifting tabs a un lifting tail.*

Note la importancia del punto de giro para que las lifting bars se balanceen libremente, ya sea que se ice por un extremo o por ambos.

IZAJE DE UNA UNIDAD LLENA

El contratista es responsable de verificar que la geomalla no esté dañada, de proveer aparejos y equipo adecuados y de usar procedimientos seguros al izar, manipular y colocar los colchones llenos.

Carga uniforme – La geomalla debe cargarse de forma uniforme en todo su ancho durante el izaje. Para ello:

- Los extremos del colchón, los lifting hoops y las lifting bars deben quedar nivelados durante el izaje
- Cada lifting bar debe ser suficiente para un enganche seguro y cargar el peso sin doblarse, pandearse ni dañar la geomalla
- Cada lifting bar debe aparejarse para girar libremente con el colchón
- Los aparejos, el equipo y los procedimientos deben evitar balanceos, tirones o rebotes excesivos de los colchones

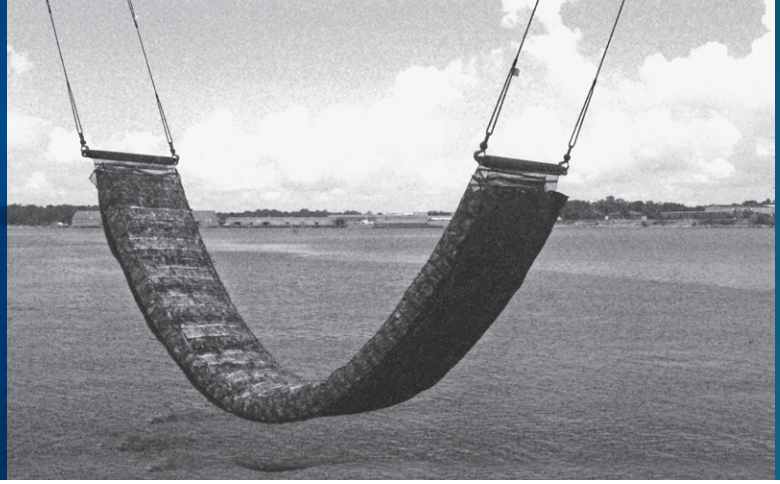
Distancia segura – El personal debe mantenerse siempre a distancia segura del colchón, los aparejos y el equipo durante el izaje. Use cuerdas guía (o similar) según sea necesario para que nadie quede debajo de un colchón lleno o de los aparejos.

Duración del izaje – Ningún colchón debe quedar izado y colgando por mucho tiempo. Un tiempo típico para izar, manipular y colocar es de cinco a 15 minutos.

Reúso de los lifting tails – Los lifting tails, o el largo extra de geomalla que a veces se usa para formar los lifting hoops, solo pueden reusarse si no están dañados, y no más de cuatro izajes cada uno (hay que inspeccionar visualmente el bodkin para decidir si se puede reusar).

Empalme extremo con extremo – Cuando se empalman colchones para izarlos, las capas superior e inferior de geomalla deben unirse con una conexión bodkin como en la Figura 4. El largo total de los colchones unidos para izar no debe exceder el rango típico de la Figura 3.

En Buffalo, Nueva York, este colchón lleno se izó por un extremo.



APILADO PARA ACOPIO O TRANSPORTE

Al apilar unidades llenas para acopio o transporte, la pila debe limitarse a una altura estable y no exceder cinco pies, o la altura segura que defina el contratista. Para el transporte, la carga debe asegurarse para que la pila o las unidades no se vuelquen ni se deslicen.

Unidades apiladas en grupos en espera de colocarse sobre una tubería en Bay County, Florida.

COLOCACIÓN DEL COLCHÓN (INSTALACIÓN)

General – Coloque las unidades llenas (normalmente sobre una subrasante preparada y un geotextil filtrante) según los documentos del contrato o las indicaciones del ingeniero (vea las Imágenes 5 y 6). Con el detalle adecuado, el geotextil puede fijarse a las unidades antes de colocarlas.

IMAGEN 5: *Un Triton® Marine Mattress se baja sobre una tubería submarina para protegerla.*

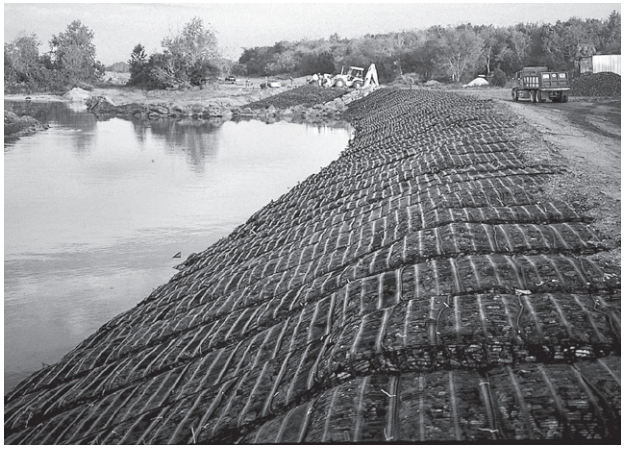
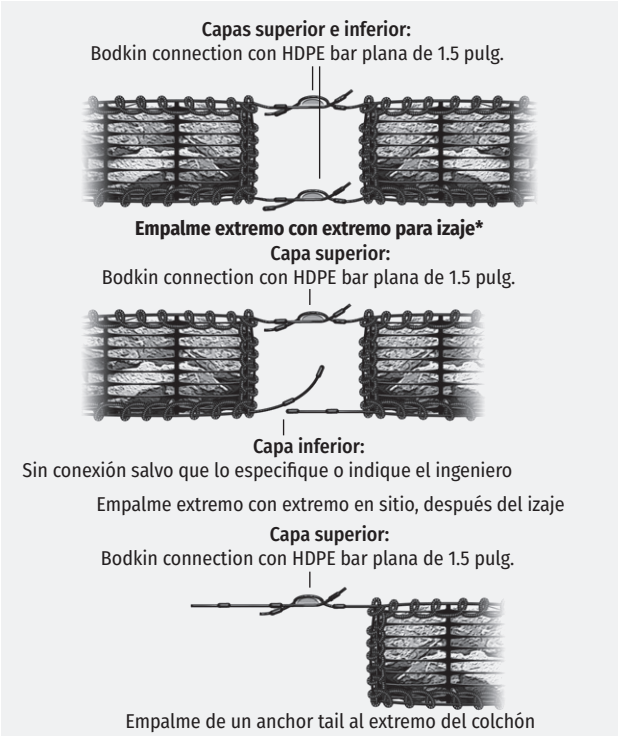


IMAGEN 6: *Instalación terminada para protección de ribera.*

Unión de unidades adyacentes – En la mayoría de los revestimientos se prefiere la "articulación libre" entre Triton® Marine Mattresses adyacentes en horizontal. Normalmente no se requiere coserlos lado con lado. Si las condiciones del sitio y las especificaciones lo piden, puede hacerse con el braid especial que Tensar® provee para coser Marine Mattresses. En taludes empinados, los colchones adyacentes en vertical pueden empalmarse extremo con extremo usando la HDPE bar para formar una conexión bodkin. Vea la Figura 7 para el detalle. Cualquier espacio entre colchones adyacentes en vertical debe rellenarse con agregado antes de unir sus extremos.



***Nota:** el largo total de los colchones unidos para izar no debe exceder el rango típico de la Figura 3.*

FIGURA 7: *Empalme extremo con extremo de colchones adyacentes.*

Sugerencias para espacios en forma de cuña – A veces, al colocar colchones marinos en la curva de un canal, queda un espacio en forma de cuña entre sus extremos. En ese caso puede "fabricarse en campo" una solución sencilla (Figura 8).

1. Antes de colocar el primer colchón, tienda una pieza de geomalla BX150060 sobre la subrasante.
2. Coloque ambos colchones dejando el menor espacio posible.
3. Corte una pieza de geomalla de 12 pulg. y amárrela en vertical para unir los extremos y lados de los colchones. Así se forma una celda en cuña entre los extremos de los colchones y la pieza vertical.
4. Llene la celda con grava y cúbrala con geomalla UXTriton200. Amarre todas las costuras con el mismo patrón usado para cerrar los colchones.
5. Corte y coloque geomalla UXTriton200 sobre el área llena.
6. Fije la geomalla con el mismo braid y patrón de costura usado para cerrar los colchones.

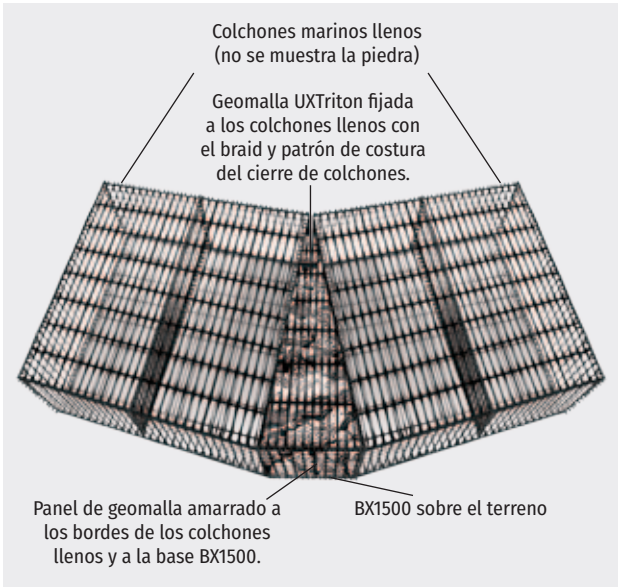


FIGURA 8: *Los colchones marinos se adaptan a espacios en forma de cuña.*

Anclaje de las unidades – En instalaciones en taludes empinados puede requerirse anclar las unidades. Si se usa un largo extra de geomalla como anchor tail, debe empalmarse a la lifting tab del colchón con la HDPE bar formando una conexión bodkin, una vez colocada la unidad (vea la Figura 9). Si se usan anclajes al suelo para el extremo de la geomalla, se requiere un detalle especial para repartir la carga del anclaje a la geomalla. Consulte a un representante de Tensar.

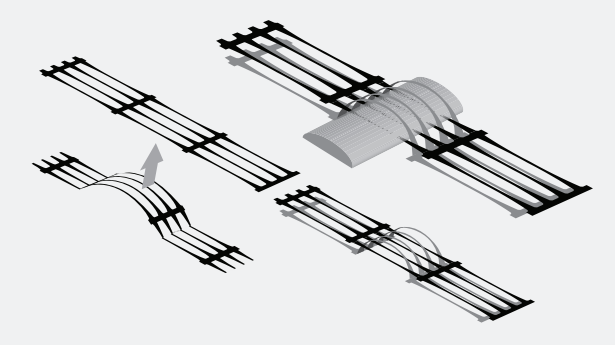


FIGURA 9: *Una HDPE bar forma una conexión bodkin.*

Acabados – Los acabados especiales, como cubrir con tierra y sembrar, inyectar lechada o colar una losa de concreto sobre los colchones, deben preverse con anticipación. Consulte a un representante de Tensar.

Para más información sobre los sistemas Triton, llame al **800-TENSAR-1,** visite **www.tensarcorp.com** o escriba a **info@tensarcorp.com**. Con gusto le damos información adicional, especificaciones, detalles de diseño, diseños conceptuales, estimados preliminares de costo y mucho más.

Tensar®

Tensar International Corporation
2500 Northwinds Parkway, Suite 500
Alpharetta, Georgia 30009

800-TENSAR-1
tensarcorp.com

Distribuido por:

Platinium

Distribuidor exclusivo de Tensar en El Salvador
PLATINIUM, S.A. de C.V.
Calle Los Sisimiles, Urb. Yumuri, casa 3133
San Salvador, El Salvador
Tel. (503) 2260-8341
www.platinium.com.sv

©2013, Tensar International Corporation. Algunos productos y/o aplicaciones descritos o ilustrados aquí están protegidos por una o más patentes de EE.UU. Hay otras patentes de EE.UU. en trámite y pueden existir patentes y solicitudes extranjeras. Los derechos de marca aplican según se indica. La determinación final de la idoneidad de cualquier información o material para el uso previsto, y su forma de uso, es responsabilidad exclusiva del usuario. Traducción al español de referencia; en caso de duda prevalece el original en inglés.

TRITON_IG_MARINEMAT_1.13