

Sistemas de muros de contención

**Manual de
construcción
y control
de calidad**

Tensor Earth Technologies, Inc.

Introducción

Se provee este manual de los sistemas de muros de contención Mesa® Retaining Wall Systems como guía para la construcción y el control de calidad de la instalación. Se proveerá este manual al ingeniero del propietario, al inspector de control de calidad de la obra y al contratista.

Todas las instrucciones de instalación se aplicarán a la unidad estándar Mesa Standard Unit, la unidad Mesa XL Unit, la unidad de alto rendimiento Mesa High Performance Unit y la unidad de paisajismo Mesa Landscape Unit, salvo indicación contraria.

1. Responsabilidades a ser observadas durante la construcción

- ▶ El contratista debe realizar la construcción observando los documentos, los planos y las especificaciones contractuales. El contratista también es responsable de verificar el alineamiento, la pendiente y demás características físicas.
- ▶ El ingeniero tiene la responsabilidad exclusiva de hacer cumplir los planos, documentos y especificaciones contractuales.
- ▶ Un representante técnico del Sistema Mesa podrá asistir al contratista y al personal de inspección con los procedimientos que se encuentran dentro de este manual y los documentos, planos y especificaciones contractuales. Los representantes podrán estar en el sitio durante el inicio de la construcción y después sólo según lo solicitado y necesario.

2. Materiales y manejo

MATERIALES SUMINISTRADOS

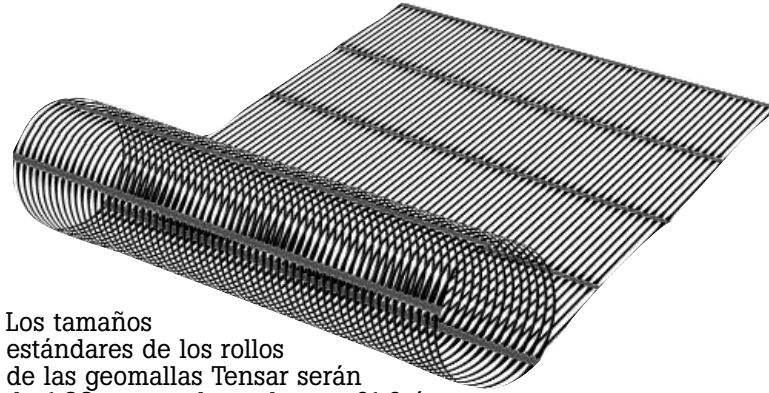
- ▶ "Unidades" Mesa de bloques segmentales de concreto y "conectores" Mesa
- ▶ Unidades Mesa de coronación (donde correspondan)
- ▶ Geomallas uniaxiales y biaxiales Tensar®
- ▶ Tubería y geocompuestocompuesto de drenaje (donde correspondan)
- ▶ Materiales geotextiles de filtración (donde correspondan)

MANEJO DE LOS MATERIALES DE LOS MUROS

- ▶ Los bloques Mesa se entregan en bandejas y son descargados por el contratista. Los equipos transportadores deben contar con un suelo firme y una zona estable y nivelada para la descarga. Por lo general se utilizan elevadores de horquilla para manejar las bandejas. Si las bandejas pertenecen al fabricante de los bloques, el contratista debe

almacenarlas hasta su retiro. El contratista debe proveer protección contra el manchado y la decoloración de las unidades utilizando listones de madera y láminas de polietileno.

- ▶ Los conectores Mesa se envían en cartones y deben almacenarse en un lugar seguro y seco.
- ▶ Las geomallas Tensar se envían en rollos y el contratista es responsable de su descarga.
- ▶ Los rollos deben almacenarse en una zona segura. Cada rollo estará rotulado por tipo (p.ej., UXMESA4, UXMESA6, etc.), número de lote y número de rollo.



- ▶ Los tamaños estándares de los rollos de las geomallas Tensar serán de 1.33 metros de ancho por 61.0 ó 76.2 metros de largo. Los rollos pesan entre 40 y 78 Kg. según el tipo. Una vez removidos los rótulos, se sugiere que los rollos se codifiquen por color con pintura en aerosol para identificar el tipo de geomalla.
- ▶ Es responsabilidad del contratista verificar las cantidades enviadas y la condición de los materiales. El contratista realizará un inventario de los materiales suministrados para asegurarse de que se hayan entregado cantidades suficientes.
- ▶ El contratista tendrá un período limitado para descargar los materiales.
- ▶ Si se requieren certificaciones, el contratista deberá proporcionar una solicitud por escrito antes del envío del material. El contratista se asegurará que el ingeniero reciba toda la información, incluido tipo de producto, número de rollo/lote, etc.

MATERIALES SUMINISTRADOS POR EL CONTRATISTA

- ▶ Martillo de impacto muerto
- ▶ Niveles de 2 ó 4 pies
- ▶ Sierra y/o esmeriladora para uso general
- ▶ Hilo y tiza de albañilería
- ▶ Horquilla (optativa para eliminar arrugas en la geomalla)
- ▶ Todos los componentes estructurales y de hormigón moldeados en el lugar
- ▶ Medio de filtración de piedras
- ▶ Relleno reforzado o selecto

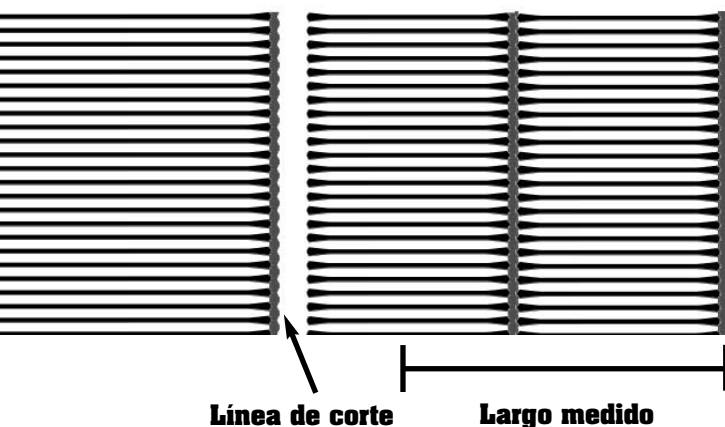
- ▶ Estacas y/o varillas para eliminar arrugas en la geomalla a menos que se utilice una horquilla
- ▶ Toda la mano de obra, los equipos y la supervisión que hagan falta para llevar a cabo la construcción total del muro

3. Preparativos para la construcción del muro

- ▶ Verificar la aprobación de las unidades Mesa, la geomalla y los rellenos reforzados
- ▶ Examinar los dibujos para planificar la disposición de la geomalla
- ▶ Preparar la losa de nivelación excavando verticalmente para planificar la elevación y horizontalmente para diseñar los largos de la geomalla. Si figura una pared rocosa, es responsabilidad del ingeniero determinar la competencia de la roca en los límites de excavación que aparecen en esos planos.

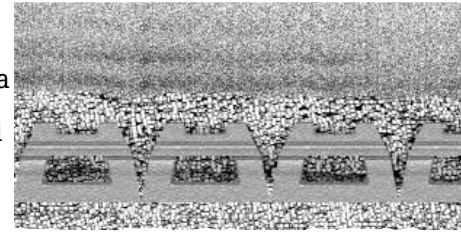
Cualquier desviación en la ubicación de la pared rocosa con respecto al frente del muro de contención podría exigir un ajuste en el diseño de la geomalla. El constructor debe notificársela al diseñador antes de proceder a la construcción del muro.

- ▶ Se aprobará la subrasante antes de proceder a la construcción del muro. Todos los suelos de cimentación que el ingeniero considere inadecuados serán tratados de una manera aprobada por el ingeniero.
- ▶ En proyectos grandes se sugiere cortar la geomalla antes de erigir el muro para acelerar la construcción del mismo. Se debe cortar la geomalla al ras con la primera barra transversal después del largo medido.



- ▶ La losa de nivelación consistirá en hormigón no reforzado, a menos que se especifique relleno de 3/4 de pulgada o menos bien aplanado, según lo indicado en los documentos contractuales. Típicamente se vierte una losa de nivelación treinta (30) cm. más ancha (15 cm. de cada lado) que las dimensiones nominales de la profundidad del bloque para tomar en cuenta la

curvatura del muro y para asegurar un apoyo completo para las unidades inferiores. Es imperativo que la losa de nivelación se coloque con precisión para minimizar los problemas en la colocación de las unidades Mesa. Los costados de la capa deben formarse con la parte superior del panel del molde igual a la parte superior de la capa. La unidad Mesa de alto rendimiento, la unidad Mesa estándar y la unidad Mesa XL todas miden 20 cm. de alto, mientras que la unidad Mesa de paisajismo mide 10 cm. de alto.



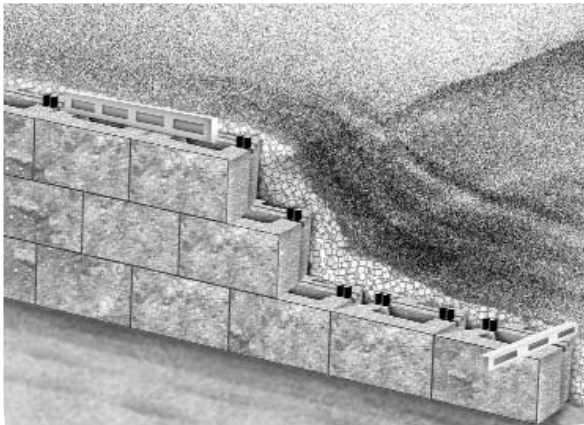
- ▶ Si los documentos contractuales indican que el muro tiene una pared inclinada, el contratista se asegurará que se haya tomado en cuenta el retranqueo de 1.56 cm. (5/8") en cada paso de la losa de nivelación. Durante la construcción del muro se recomienda que la elevación de la losa de nivelación en el lugar no exceda la elevación del muro en el lugar por más de cuatro hiladas.
- ▶ Debe verificarse el nivel de elevación de la parte superior de la unidad y se debe ajustar la inclinación de la losa y/o la unidad en base a esa información. Es posible que haya que calzarla y/o esmerilarla para lograrlo.

4. Construcción del muro

- ▶ Debe establecerse la línea del muro utilizando una línea de tiza. Debe colocarse la línea de tiza en la losa de nivelación a lo largo de los extremos inferiores de las unidades. Una línea de hilo puede reemplazar la línea de tiza y hará falta donde la losa de nivelación consista de piedra triturada. Un alineamiento basado en unidades de revestimiento divididas podría producir una pared desapareja.
- ▶ Una vez completada la losa de nivelación, se puede instalar la primera hilada. Las unidades Mesa deben colocarse de modo que los costados se toquen y la superficie texturada quede hacia afuera. La primera hilada debe estar precisamente colocada, cuidadosamente espaciada y nivelada para facilitar la construcción y mejorar el aspecto del muro.
- ▶ Antes de instalar la segunda hilada y cada hilada posterior, debe barrerse la parte superior de las unidades sobre las cuales se ha de colocar la siguiente hilada. El no hacerlo causará problemas para asentar y nivelar las unidades y aumentará la probabilidad de que se produzcan grietas en las unidades debido a las concentraciones de carga a medida que se colocan las hiladas adicionales.
- ▶ Las unidades se apilan con trabazón corrida, en forma similar a la construcción estándar de los muros de mampostería.

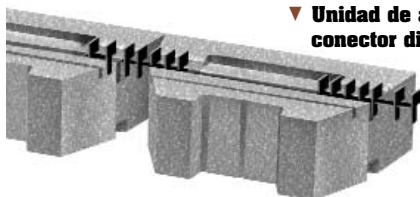
Una vez colocadas, las unidades serán corridas hacia el frente del muro hasta que hagan contacto con el conector Mesa. Los conectores Mesa permiten que las unidades se deslicen de un lado a otro. Por lo tanto, debe revisarse la unión vertical entre las unidades cada vez que se colocan 20 unidades para asegurar que se mantenga el patrón de trabazón corrida.

- ▶ El relleno de drenaje se coloca en los límites ilustrados en los dibujos. Es posible que no se requieran rellenos de drenaje y/o de núcleos para los muros estructurales (consúltese la sección de Definiciones bajo "Relleno de drenaje" y "Relleno de núcleos"). La instalación correcta de los materiales de drenaje es crítica para el rendimiento global del muro. Los materiales de drenaje deben instalarse correctamente y estar protegidos durante la construcción.



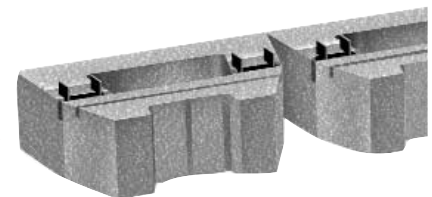
- ▲ A medida que se colocan unidades Mesa adicionales, es importante que las unidades queden parejas de adelante hacia atrás y de lado a lado. Debe verificarse este nivel a medida que se coloca cada hilada. Si las unidades están más de 1/8 de pulgada fuera de nivel de adelante hacia atrás, deben nivelarse con esmerilado y/o calzas. **Por favor vea el anexo para información a cerca de las calzas.**

NOTA: Una vez recubierta la geomalla inferior con relleno reforzado, se puede colocar hasta un máximo de cinco hiladas de Unidades Mesa encima de la elevación del relleno reforzado. Se dan vuelta las geomallas sobre el frente del muro hasta que el relleno alcance el nivel del refuerzo. Debe tirarse una línea de hilo después de colocar cada hilada para asegurar que se esté manteniendo la geometría del muro. Las ranuras de los conectores, las ranuras de las barras de refuerzo o los extremos inferiores de las unidades pueden servir de puntos de referencia.



▼ Unidad de alto rendimiento y conector dividido en tercios

Colocación del conector estándar ▶

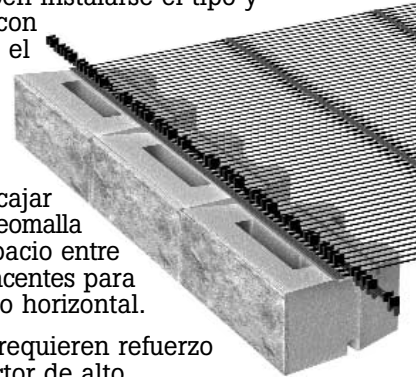


5. Colocación de la geomalla y los conectores

La siguiente sección trata de la instalación tanto de la geomalla como de los conectores basándose en el uso de (1) la unidad de alto rendimiento o (2) la unidad XL, estándar y/o de paisajismo.

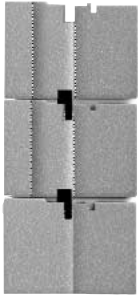
UNIDAD MESA DE ALTO RENDIMIENTO Y CONECTOR DE ALTO RENDIMIENTO

- ▶ En las hiladas que requieren una geomalla estructural Tensar, deben instalarse el tipo y el largo especificados con la barra transversal en el lugar indicado en la ilustración.
- ▶ Las salientes del conector de alto rendimiento deben encajar en las aberturas de la geomalla y deben abarcar el espacio entre las unidades Mesa adyacentes para proveer el alineamiento horizontal.
- ▶ En las hiladas que no requieren refuerzo con geomalla, el conector de alto rendimiento debe dividirse aproximadamente en tercios. Un tercio del conector de alto rendimiento debe centrarse entre dos unidades Mesa de alto rendimiento adyacentes y meterse en la ranura (véase la ilustración abajo a la izquierda). Debe utilizarse un martillo de impacto muerto para asentar el conector de alto rendimiento en la ranura del conector en la parte superior de la unidad. El uso de un bloque de madera de 2"x4" como herramienta de ajuste facilita la instalación del conector Mesa de alto rendimiento.



UNIDAD MESA XL, ESTÁNDAR Y/O DE PAISAJISMO Y CONECTOR ESTÁNDAR

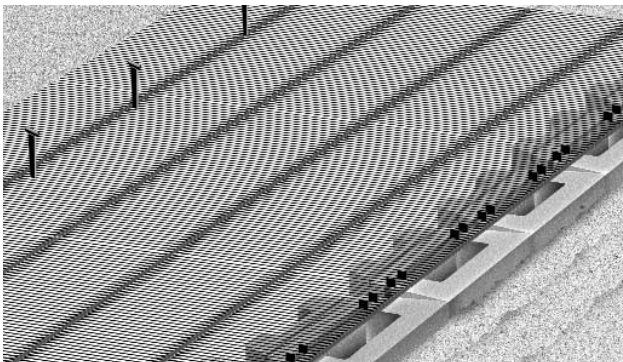
- ▶ Debe instalarse la geomalla estructural Tensar del tipo y el largo especificados en el lugar y la elevación ilustrados en los planos, con la barra transversal en el lugar indicado en la ilustración anterior. Las salientes del conector Mesa estándar deben encajar en las aberturas de la geomalla sobre la ranura del conector de cada lado de la parte superior de las unidades Mesa. En las hiladas que reciben geomalla y en las hiladas que no reciben geomalla, debe colocarse un conector Mesa estándar en cada una de las ranuras de conector en la parte superior de las unidades Mesa (véase la ilustración del conector estándar a continuación).



► Es importante que los indicadores en la parte superior del conector Mesa estén orientados en el sentido correcto para un muro "inclinado" o "casi vertical" según los documentos contractuales. La colocación del conector Mesa con los indicadores apuntados hacia el frente del muro resultará en un muro casi vertical (según lo ilustrado en la figura superior izquierda). La colocación de los conectores con los indicadores apuntados hacia el lado opuesto del frente del muro resultará en una

inclinación de 1.56 cm. (5/8"), (según lo ilustrado en la figura inferior izquierda).

- El relleno sobre el cual se coloca la geomalla deberá haber sido compactado hasta la densidad requerida (véanse los requerimientos de compactación en esta página) y aplanado hasta que esté razonablemente parejo. En las hiladas que requieren geomalla, el relleno reforzado debe estar a la misma elevación que la parte superior de la hilada por una distancia de 90 cm. antes de que se pueda comenzar con una inclinación gradual del relleno. Deben eliminarse las arrugas

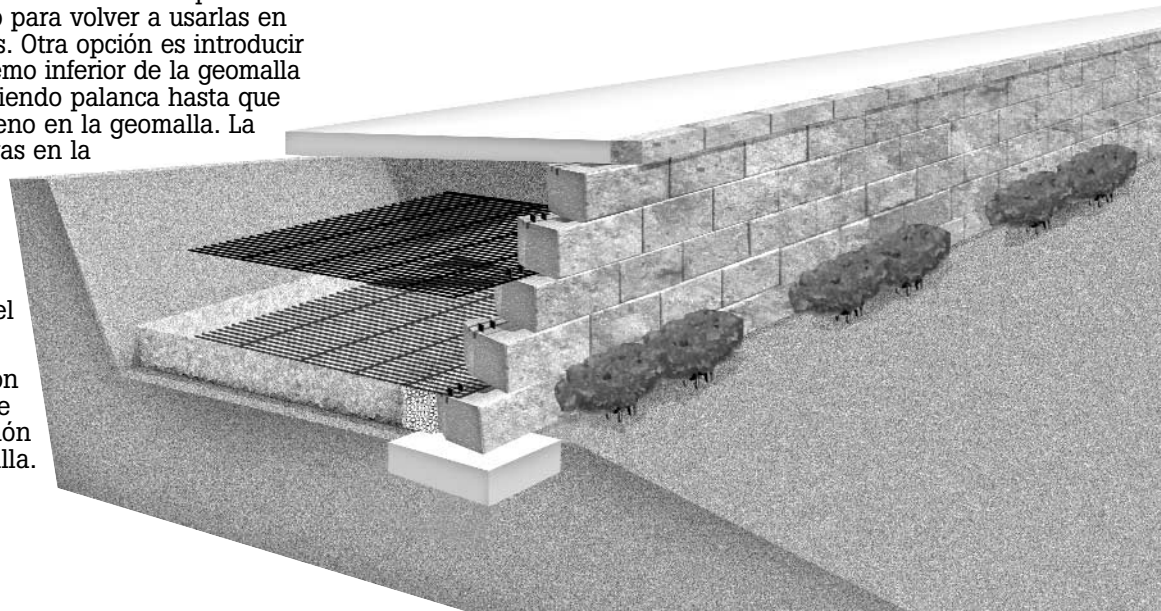


de la geomalla hasta que esté tirante y anclarlo con estacas y/o varillas. Se pueden remover las estacas utilizadas para fijar la posición del extremo inferior de la geomalla una vez que se haya colocado el relleno para volver a usarlas en las secciones posteriores. Otra opción es introducir una horquilla en el extremo inferior de la geomalla y eliminar la arruga haciendo palanca hasta que se haya colocado el relleno en la geomalla. La eliminación de las arrugas en la geomalla antes de la colocación del relleno evitará el movimiento del frente del muro debido al traslado de la arruga hacia el frente del muro.

- Se realizará la colocación del relleno de modo que se minimice la producción de arrugas en la geomalla.

El relleno debe distribuirse con movimientos que se alejen del frente del muro o que sean paralelos a él. De este modo, cualquier arruga que se forme tenderá a desplazarse hacia el extremo libre (no conectado) de la geomalla. A no ser que los documentos contractuales sean más rigurosos, los espesores de relleno reforzado no superarán los 15 cm. donde se utilicen equipos de compactación manuales o 25 cm. donde se utilicen equipos de compactación pesados. Estos espesores podrán variar según los tipos de suelo específicos utilizados en el proyecto. Se compactará el relleno hasta el 95% de la norma ASTM D-698 o según lo exigido por los documentos contractuales, según cuál sea más exigente. Sólo se utilizarán equipos de compactación de operación manual en los últimos 90 cm. del extremo inferior de la unidad.

- No se utilizarán equipos pesados en los últimos 90 cm. del extremo inferior de la Unidad. No se utilizarán equipos de construcción con orugas directamente encima de la geomalla. Se pueden utilizar equipos con ruedas de goma sobre la geomalla siempre que la subrasante no se esté bombeando ni formando baches. Se minimizarán los giros de equipos con ruedas para evitar desplazamientos y daños en la geomalla. Los equipos deben avanzar lentamente y con cuidado para no desplazar la geomalla.
- Al final de cada día, el contratista debe asegurarse que el relleno reforzado esté inclinado de modo que el drenaje se realice en sentido contrario al frente del muro. También deben estar emplazadas y funcionando bermas y/o zanjas para impedir que el escurrimiento entre al lugar de construcción del muro.
- Si se requieren unidades Mesa para coronar el muro, las mismas se instalan fijándolas a las unidades inferiores con un adhesivo aprobado para hormigón exterior. Las unidades Mesa de coronación pueden colocarse de modo que sobresalgan una (1) pulgada nominal o que estén al ras con el frente del muro.
- Se pueden acomodar las penetraciones del muro cortando las unidades a medida con una sierra para todo uso y un martillo de albañil. Se pueden cerrar los pequeños vacíos, de menos de una (1) pulgada, con una mezcla de cemento y arena u otros métodos aprobados por el ingeniero.



Definiciones

► **Documentos contractuales:**

El acuerdo entre el propietario y el contratista, incluidas las condiciones de los dibujos contractuales, las especificaciones y las disposiciones del acuerdo entre el contratista y el proveedor del sistema Mesa. Estos documentos también incluirán los anexos y demás modificaciones emitidos antes de la celebración del contrato.

► **Relleño de drenaje:**

Suelo de grano grueso que permite el drenaje libre y que se coloca detrás de las unidades Mesa y en las aberturas entre las unidades Mesa según lo especificado en los planos. El ingeniero y/o el arquitecto podrán especificar un material geotextil que cumpla los requisitos de drenaje subsuperficial de AASHTO M288-96 en lugar del relleno de drenaje.

► **Inspector:**

Representante autorizado asignado para verificar que la mano de obra y los materiales cumplan con las cláusulas del contrato.

► **Conector Mesa:**

Dispositivo de conexión mecánica compuesto de polietileno de alta densidad con inclusiones de fibra de vidrio para la conexión positiva de la geomalla estructural con las unidades Mesa.

► **Planos:**

La parte de los documentos contractuales que comprende los planos aprobados, perfiles, cortes transversales típicos, dibujos de trabajo y dibujos suplementarios, o la reproducción exacta de los mismos, mostrando la ubicación, naturaleza, dimensiones y detalles de la obra a realizarse.

► **Relleño reforzado:**

Suelo y material que interactúan con el refuerzo de la geomalla para crear una masa de gravedad flexible. Sus límites se extienden desde el dorso del elemento de revestimiento o el medio de drenaje hasta los extremos inferiores del refuerzo de suelo o según lo indicado en los Planos.

► **Inclinación:**

Desplazamiento hacia atrás desde el plano vertical entre dos hiladas de bloques adyacentes creado por la orientación de los indicadores en los Conectores.

► **Especificaciones:**

Descripción de la calidad y la cantidad de los materiales y la mano de obra que deberá proveer el contratista para llevar a cabo la obra bajo el contrato entre el propietario y el contratista.

► **Geomallas estructurales Tensar:**

Geomallas poliméricas formadas por una red regular de elementos de tensión conectados en forma integral con aberturas lo suficientemente grandes como para permitir la trabazón con el suelo, las piedras o la tierra circundantes que funciona principalmente como refuerzo.

► **Relleño de núcleos:**

Suelo de grano grueso que drena libremente y que se coloca dentro de los núcleos vacíos de las unidades Mesa. Es posible que no haga falta rellenar el núcleo de la unidad Mesa si el contratista puede proveer al ingeniero y/o al arquitecto pruebas de conexión realizadas sin relleno de núcleos que verifican que la fuerza de conexión del sistema supera los requisitos establecidos en los datos del diseño.

Representante autorizado del sistema de muros de contención Mesa:



Tensar Earth Technologies, Inc.

5883 Glenridge Drive ■ Suite 200 ■ Atlanta, GA 30328

Tensar.

Tel: 404-250-1290 ■ Fax: 404-250-9185 ■ www.tensacorp.com

Suplemento del Manual de construcción y control de calidad de los sistemas de muros de retención Mesa®

Calzado de las unidades Mesa

Como se observa en el Manual, es importante que las hiladas de unidades Mesa queden parejas de adelante hacia atrás y de lado a lado. Para lograrlo en el plano que va de adelante hacia atrás, tal vez haga falta colocar calzas entre algunas de las hiladas para corregir:

- ▶ el espesor de los salientes de las geomallas Tensar que cruzan la parte trasera de las Unidades o
- ▶ las ligeras diferencias en altura en la parte delantera y trasera de las Unidades.

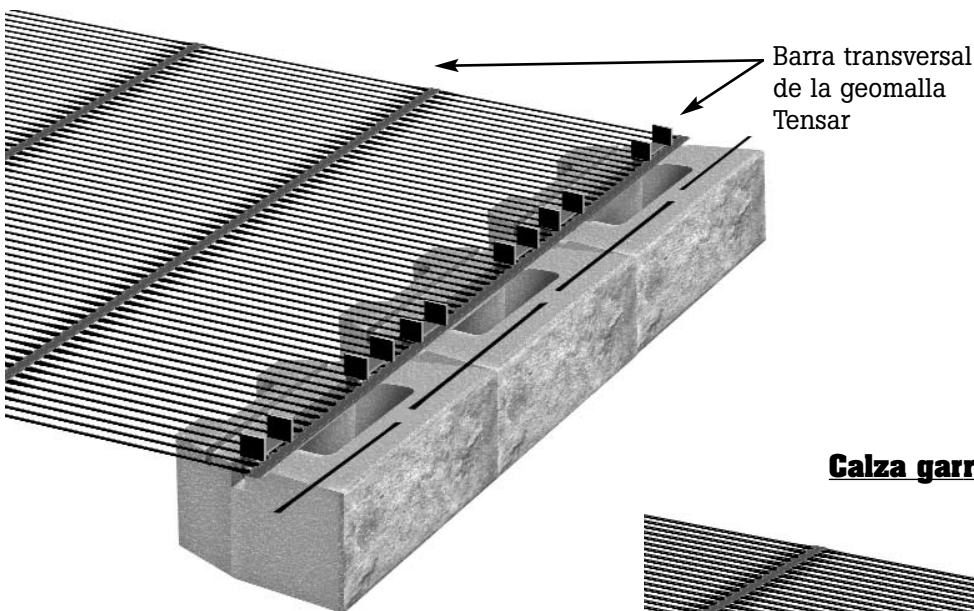
Es posible que hagan falta calzas en el armazón frontal de la Unidad inferior para las hiladas que se colocan sobre una elevación de la geomalla. Las calzas deben tener el mismo espesor que el saliente de la geomalla. El saliente puede consistir en un corte del mismo rollo

de la geomalla Tensar que se coloca en el armazón frontal de la Unidad. Una alternativa es cortar la geomalla de modo que los salientes se extiendan aproximadamente 1 pulgada por encima del armazón frontal. Los dibujos ilustran estos métodos.

Para corregir ligeras diferencias de altura en las Unidades, se puede cortar un saliente de la geomalla y colocarlo en hileras sucesivas para que el frente y/o la parte trasera vuelvan a nivel.

Como lo ilustran los dibujos, tanto la calza tipo "saliente" como la calza tipo "garra" deben colocarse en el interior del armazón frontal de la Unidad, por lo general dentro de 1/2 pulgada del núcleo. Esto produce menos esfuerzo en el bloque subyacente que colocar la calza saliente cerca del frente o extender las calzas garra hasta el frente.

Calza saliente de la geomalla



Calza garra de la geomalla

