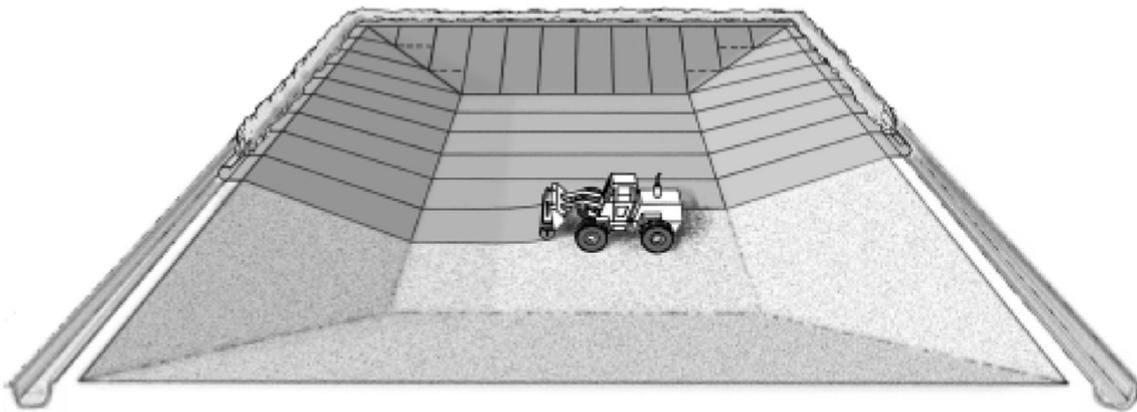


GUÍA DE INSTALACIÓN



BENTOMAT®

BARRERA GEOSINTETICA DE BENTONITA (GBR-C)





INDICE DE CONTENIDOS

1. Introducción	3
2. Equipamiento y Maquinaria Requeridos	3
3. Transporte, Descarga y Almacenaje.	6
4. Preparación de la Base.	8
5. Instalación	9
6. Anclaje	12
7. Solapes	13
8. Sellado alrededor de Penetraciones y Estructuras	15
9. Reparación de Daños.	18
10. Material de Cubrición	19
11. Hidratación	20



1. INTRODUCCIÓN

1.1 Este documento proporciona los procedimientos de instalación de los GBR-C de CETCO maximizando la seguridad, eficiencia e integridad física del geocompuesto.

1.2 Estas directrices están basadas en muchos años de experiencia en innumerables trabajos, siendo aplicables a todo tipo de proyectos con GBR-C de CETCO.

1.3 La función del GBR-C es enteramente dependiente de la calidad de su instalación. Es responsabilidad del instalador adherirse a estas directrices, y responsabilidad del contratista proveer de una construcción segura para garantizar una correcta ejecución de la instalación.

2. EQUIPAMIENTO Y MAQUINARÍA REQUERIDOS

2.1 Los GBR-Cs de CETCO se presentan en rollos con pesos entre los 1000 y 1350 kg. aproximadamente, dependiendo del tamaño de los mismos y las especificaciones del material. Para soportar este peso es necesario el uso de un tubo que atraviese el núcleo del rollo, como indica la Tabla 1. En cualquier instalación, el tubo central no debe desviarse más de 75 mm. entre el final y el punto medio del tubo, cuando el rollo completo se encuentre elevado.

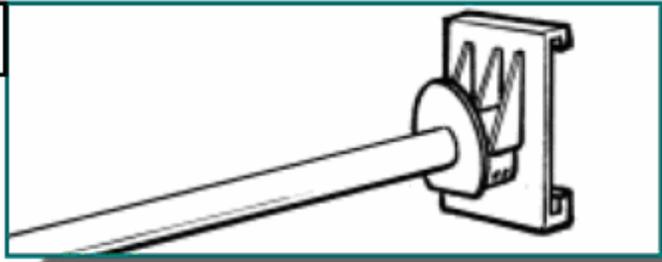
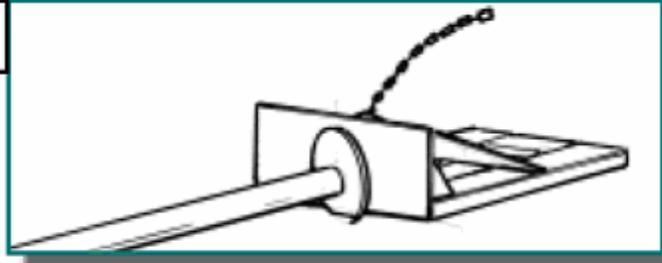
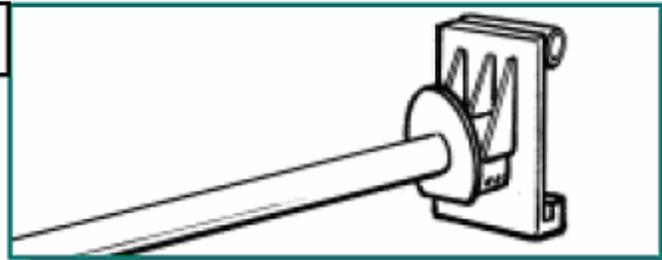
TABLA 1		PRINCIPALES REQUERIMIENTOS			
PRODUCTO	Tamaño de rollo de GBR-C, ancho (m) x diámetro (mm)	Peso típico del rollo de GBR-C (Kg)	Diámetro interior de tubo (mm)	Dimensión del tubo, longitud (m) x diámetro externo (mm)	Resistencia mínima a la tracción del tubo (MPa)
BENTOMAT AS 5000	5 x 610	1.100	120	5 x 125	10
BENTOMAT CL 50	5 x 660	1.150	120	5 x 125	10

2.2 La elevación del rollo para su manipulación se realizará mediante cadenas o eslingas capaces de resistir a tracción dos veces la carga del rollo y deben usarse en combinación con una barra espaciadora fabricada en perfil doble T como se muestra en la Figura 1.



2.3 La barra espaciadora garantiza que durante el izado del material las cadenas o eslingas no rocen contra los extremos del rollo, el cual debe rotar libremente durante su instalación. Esta barra se puede sustituir por cualquier otro terminal acoplado en los extremos del tubo albergado en el núcleo del rollo que evite la degradación del mismo durante su manipulación, como ya se ha comentado.

2.4 Debe ser utilizado un cargador frontal, un dozer u otro tipo de maquinaria con la barra espaciadora y el tubo central. Como alternativa, podemos usar una carretilla elevadora con un accesorio tipo "aguijón" (Figuras 2-4) para el manejo local y, en ciertos casos, para la instalación. No deben utilizarse carretillas elevadoras sin este tipo de accesorio para levantar o manejar los rollos de GBR-C.

FIGURA 2**ACCESORIO TIPO
"AGUIJÓN" 1****FIGURA 3****ACCESORIO TIPO
"AGUIJÓN" 2****FIGURA 4****ACCESORIO TIPO
"AGUIJÓN" 3**

2.5 En el caso de tener que instalar sobre ciertos materiales geosintéticos, se puede utilizar un vehículo todo terreno para el despliegue. Se puede circular con un vehículo todo terreno directamente sobre el GBR-C siempre que se procure no realizar paradas y salidas o cambios bruscos de dirección.

2.6 El equipamiento adicional que se precisa para la instalación de GBR-Cs de CETCO incluye:

- Cutter y hojas de repuesto (para cortar el GBR-C).
- Bentonita granular o masilla de bentonita (para aplicar en el solape del GBR-C y para el sellado entorno a estructuras y detalles).
- Lonas impermeables (para cubierta temporal sobre material instalado así como para rollos almacenados)

- 
- Opcional, apretones de tipo tornillo planos (para colocar el paño de GBR-C a mano).

3. TRANSPORTE, DESCARGA Y ALMACENAJE.

- 3.1 Deberán ser registrados y contrastados todos los números de lote y de rollo con el albarán de contenido. Cada rollo de GBR-C será inspeccionado visualmente durante la descarga para determinar si cualquier embalaje hubiera sido dañado. El posible daño deberá ser registrado y marcado.
- 3.2 Si se sospecha que el daño se produjo durante el transporte, se deberá informar inmediatamente tanto a la empresa de transportes como a CETCO indicando número de lote y rollos dañados.
- 3.3 La parte directamente responsable de descargar el GBR-C debe de informarse del método adecuado de descarga y de medios necesarios. La descarga y el manejo en obra debe de ser supervisado. La dimensión y peso de los rollos variarán en función del producto pedido.
- 3.4 En la mayor parte de los casos, el material se despacha en camión plataforma. Para descargar los rollos desde la plataforma es necesario insertar el tubo principal del útil de descarga a través del rollo. Esto requiere retirar el tapón del núcleo, el cual puede colocarse de nuevo después de la descarga. Posteriormente, se anclan las cadenas o eslingas de descarga a cada uno de los extremos del tubo que atraviesa el núcleo del rollo, siendo preciso asegurarse de que el peso se encuentra uniformemente distribuido para evitar que la carga se incline o balancee durante el proceso de izado.

- 
- 3.5 Los GBR-C CETCO pueden ser entregados con dos eslingas por cada rollo. Antes del levantamiento de los rollos, se comprobará la posición de las eslingas. Cada eslinga debería ser colocada aproximadamente a 1/3 de distancia de los extremos del rollo. Se levantará el rollo directamente de modo que no se incline o se balancee.
- 3.6 En algunos casos, los rollos de GBR-C serán apilados en varias filas en el camión de transporte. Si las eslingas no fueran utilizadas, la descarga se realizará mediante carretilla elevadora con un accesorio tipo "aguijón" (Figuras 2-4). Nunca se trabajará sin este tipo de accesorio debido a que la separación entre las filas de rollos es muy limitada y se podrían producir daños.
- 3.7 Los rollos deberán ser almacenados en un lugar lejos de áreas de tráfico denso, pero lo suficientemente cerca del área de trabajo como para minimizar su transporte. El área de almacenaje designada debería ser plana, seca y estable. La protección del GBR-C contra la humedad es proporcionada por su embalaje; sin embargo, se recomienda una protección adicional como puede ser una lona impermeable.
- 3.8 Los rollos deberían ser almacenados de manera que se pueda prevenir deslizamientos mediante el empleo de cuñas. Los rollos deberán ser apilados hasta una altura no superior a la altura máxima de manejo de la maquinaria de levantamiento (no más de 5 alturas).



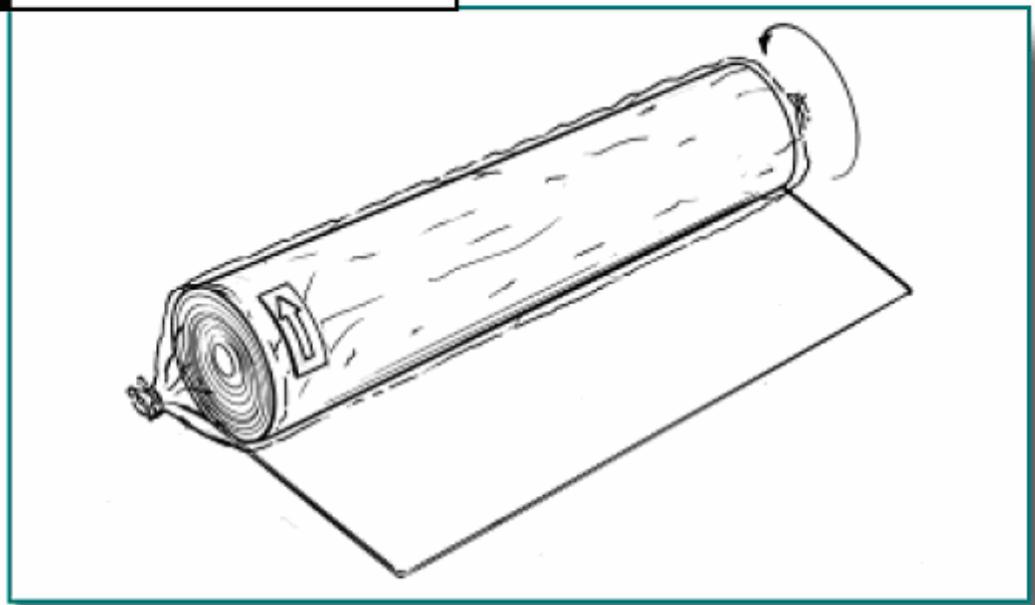
4. PREPARACIÓN DE LA BASE

- 4.1. Las superficies de apoyo que consistan en suelos granulares o grava no pueden ser aceptables debido a su gran vacío de fracción y su potencial de perforación. Para usos en coronación de talud, los suelos de apoyo deberían poseer una distribución de tamaño de partícula tal que al menos el 80 por ciento del suelo tenga una granulometría menor de 0.250 mm. a no ser que se use Bentomat CL.
- 4.2. Cuando el GBR-C sea instalado, la superficie de apoyo debe estar conforme a los datos específicos de proyecto. Previamente a la instalación es necesario que los técnicos de obra hayan dado el visto bueno al terreno sobre el que se va a instalar. La superficie terminada debe ser firme e inflexible, sin cambios de elevación bruscos, huecos, grietas, hielo o agua.
- 4.3. La superficie del terreno debe estar libre de vegetación, rocas afiladas o cortantes, piedras, madera, escombros, y otros materiales ajenos que puedan entrar en contacto con el GBR-C. El terreno se debe compactar mediante compactador de tambor liso con el fin de eliminar marcas de ruedas, pisadas, u otros cambios bruscos de pendiente. Es más, todos los elementos que se encuentren 12 mm. por encima de la superficie del terreno se deben eliminar mediante compactador. El GBR-C se puede instalar sobre el terreno helado, pero este terreno precisa de los mismos requerimientos expuestos anteriormente.

5. INSTALACIÓN

5.1 Los rollos de GBR-C se deberán acopiar en obra en su embalaje original. Previamente al despliegue, se debe retirar dicho embalaje lo más cuidadosamente posible para no dañar el GBR-C. El GBR-C presenta dos geotextiles, uno tejido y otro no tejido. A no ser que sea especificado de otro modo, el GBR-C será instalado con el lado externo del rollo abajo. La etiqueta adhesiva en forma de flecha sobre el envoltorio plástico indica la dirección en que se desenrollará una vez colocado sobre el terreno (mirar la figura 5).

FIGURA 5 DIRECCIÓN DE DESENROLLO

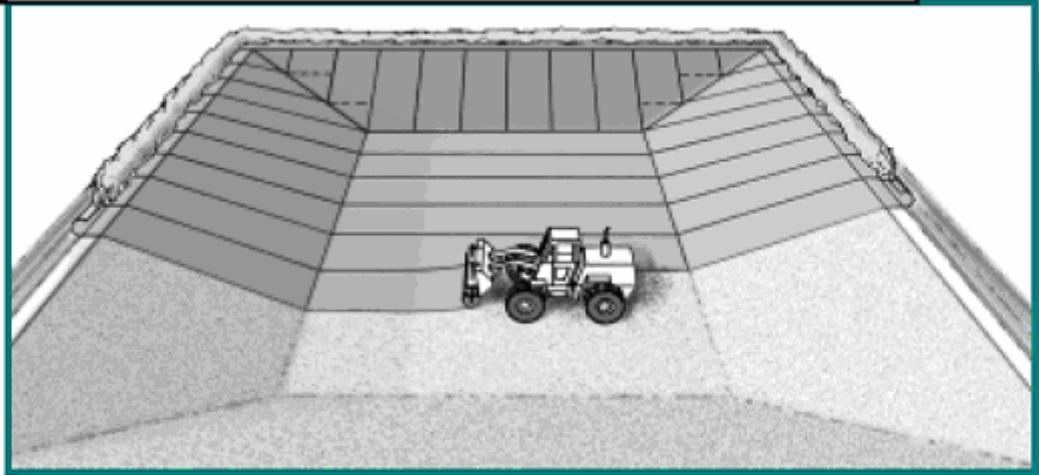


5.2 No se permitirá la circulación directa sobre el GBR-C de toda aquella maquinaria que por sus características pueda dañar el material. Por consiguiente, para conseguir una instalación aceptable es necesario que el material sea desenrollado delante del equipo móvil cuyo desplazamiento será en sentido contrario a la posición del rollo (Figura 1). Si la maquinaria de instalación origina surcos o huellas de cierta entidad en el terreno, estos desperfectos deberán ser

reparados restaurando las condiciones iniciales antes de continuar la colocación.

FIGURA 6

TECNICA DE INSTALACIÓN TÍPICA DE BENTOMAT

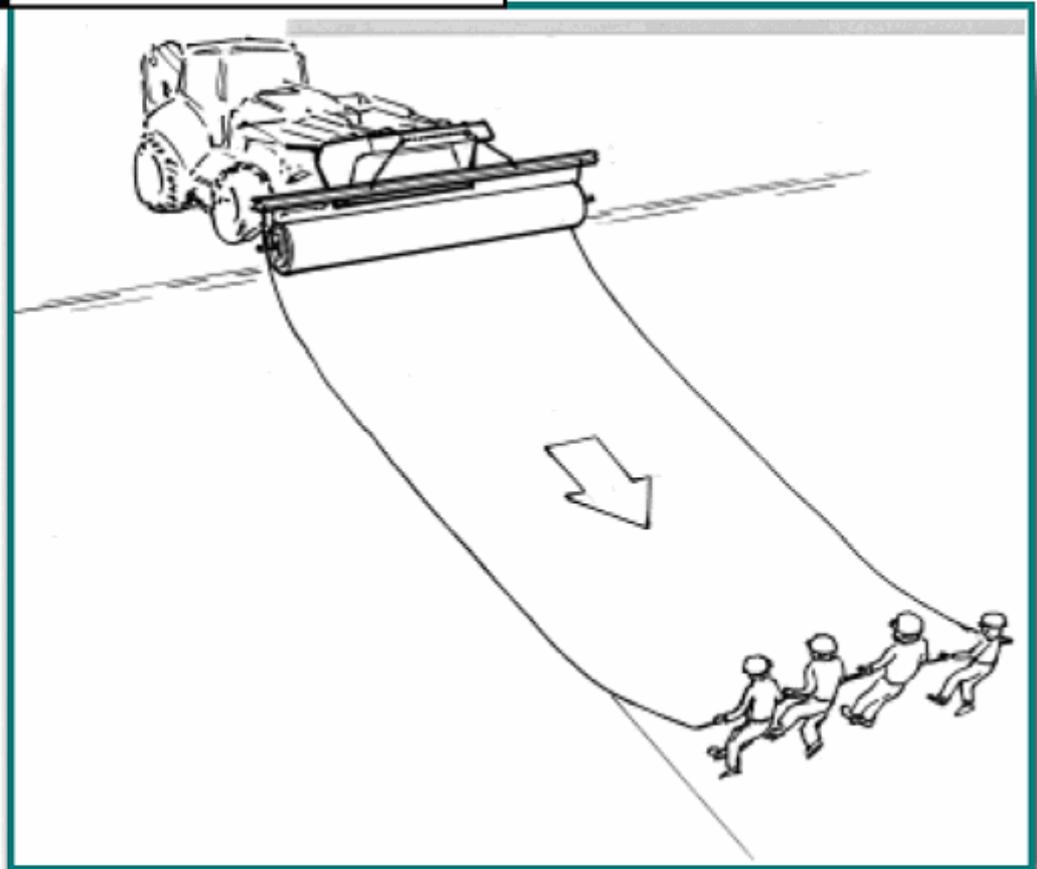


5.3 Siempre que los accesos al lugar lo permitan, el GBR-C puede ser desenrollado desde la parte superior del talud suspendiendo el rollo en la parte superior y, mediante un grupo de trabajadores, descender tirando del paño cubriendo toda la superficie.

5.4 Los rollos de GBR-C no deberán ser desenrollados libremente por gravedad desde la parte superior del talud.

5.5 Se debe tener cuidado al arrastrar el GBR-C durante el proceso de instalación para dañar lo menos posible la superficie del mismo que quede situada en contacto con el terreno.

También se debe tener cuidado al ajustar los paños de Bentomat CLT para evitar dañar la superficie del geotextil de uno de los paños con la zona texturizada del otro paño. Para ello se podría utilizar un geotextil colocado entre paños que minimice los daños por fricción durante la instalación.

FIGURA 7**DESENRROLLO DE BENTOMAT**

- 5.6 El GBR-C se debe colocar de forma que las juntas sean paralelas a la línea de máxima pendiente del talud. El solape transversal deberá ejecutarse como mínimo a una distancia superior a un metro de la arista de coronación o del pie del talud, según sea el caso y para pendientes superiores a 4H:1V.
- 5.7 Los paños instalados de GBR-C no deben presentar arrugas ni pliegues, especialmente en los bordes.
- 5.8 El GBR-C no deberá ser instalado en zonas con agua permanente o durante días con tiempo lluvioso. Solamente se instalará la cantidad de GBR-C que pueda ser cubierta con el material de cubrición o con

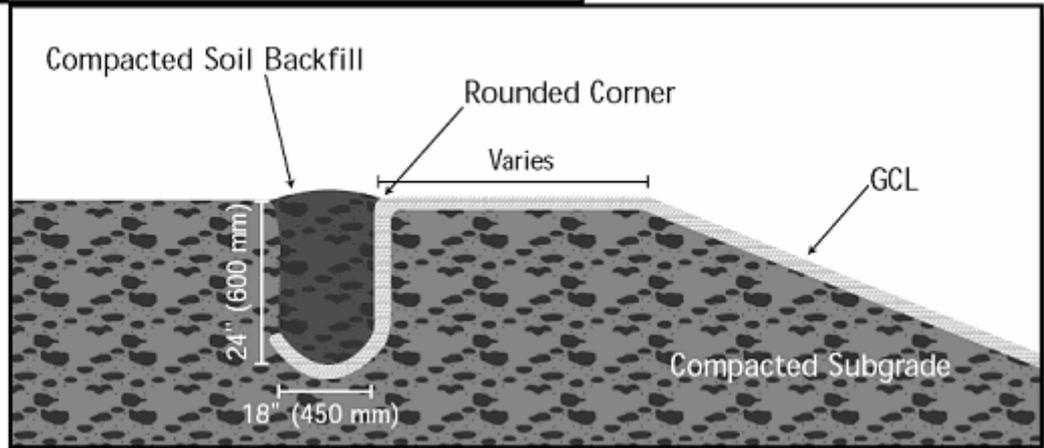


una lona temporal impermeable durante el mismo día de trabajo. El GBR-C no podrá ser dejado al descubierto durante toda la noche. Si el GBR-C se hidrata sin recibir ningún tipo de tensión de confinamiento, puede que sea necesaria su sustitución. Se notificará a dirección de obra o al control de calidad los posibles casos de hidratación prematura.

6. ANCLAJE

- 6.1 En la parte superior del talud se debe ejecutar una zanja de anclaje para garantizar la estabilidad del GBR-C. La arista frontal de la zanja se debe redondear de cara a suavizar la esquina formada, evitando la concentración de tensiones excesivas en esta zona sobre el geosintético. En caso de tener suelo suelto en el fondo de la zanja se deberá quitar o compactar.
- 6.2 Una vez instalado el GBR-C en la zanja de anclaje, ésta debe rellenarse de nuevo de forma que el material introducido actúe como lastre. El tamaño y forma de la zanja, así como los procedimientos de relleno apropiados, deberán estar de acuerdo con los planos y especificaciones de proyecto. En la Figura 8 se muestran las dimensiones típicas del anclaje.
- 6.3 El GBR-C deberá ser instalado dentro de la zanja de anclaje de modo que el paño cubra el fondo de la zanja pero no la pared contraria al talud.

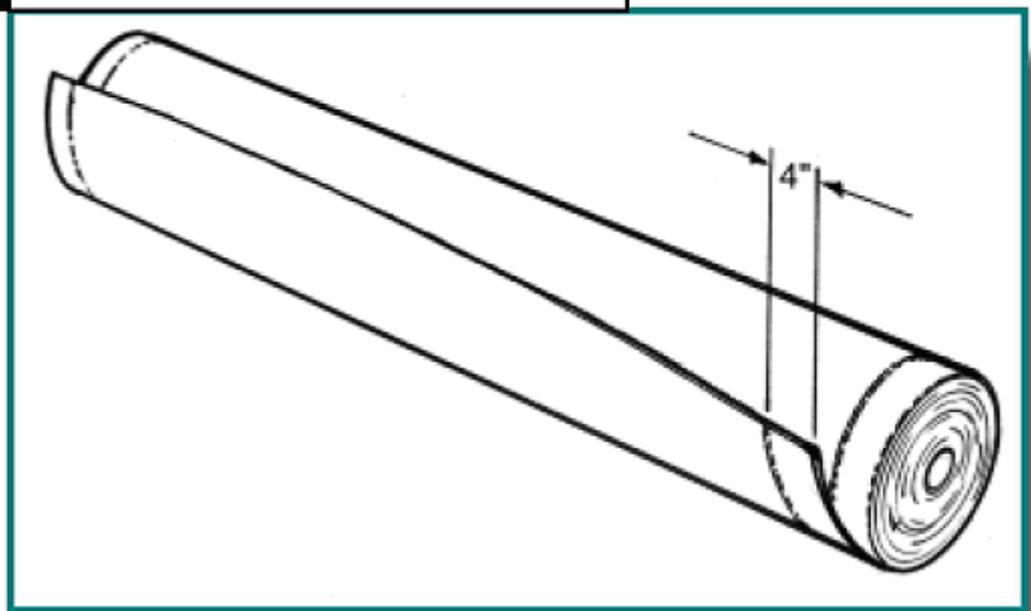
FIGURA 8 DISEÑO TÍPICO DE ZANJA DE ANCLAJE



7. SOLAPES

7.1 Las uniones se ejecutarán mediante solape entre paños adyacentes. Se deberá tener especial cuidado de asegurar que la zona de solape no está contaminada con materiales sueltos u otros elementos no deseables. Bentomat CL requiere la utilización de bentonita granular par asegurar los solapes. Se recomienda la aplicación de bentonita granular en todos los solapes para usos de GBR-C CETCO en charcas y lagos.

FIGURA 9 ZONA CON MATERIAL EXTRA DE BENTONITA





7.2 Las uniones de final de rollo deben ser solapadas con una distancia mínima de 600 mm.

7.3 Las uniones al final de los paños deberán ser ejecutadas de tal modo que los rollos sean dispuestos en la misma dirección de la pendiente para prevenir la contaminación y el potencial flujo de entrada dentro de la zona del solape.

7.4 Las uniones de GBR-C entre paneles adyacentes pueden ser mejoradas. Para ello, el borde subyacente del solape transversal se descubre, aplicando una cantidad continua de bentonita de sodio granular a lo largo de la zona definida entre el borde del panel subyacente y la línea de 150 mm. La bentonita granular será aplicada en una cantidad mínima de 400g por metro lineal.

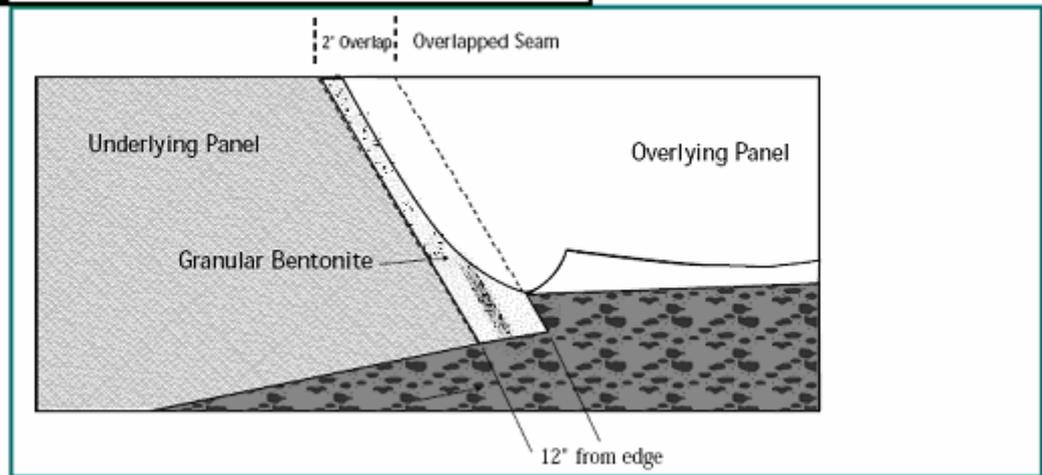
Este recebo no es necesario si los rollos poseen material extra de bentonita en la zona de solape.

7.5 La dimensión mínima del solape longitudinal será de 150 mm. Si se requiere recebar el solape longitudinal, éste se realizará de modo similar al solape transversal, aplicando una cantidad continua de bentonita de sodio granular a lo largo de una línea que diste unos 75 mm. del borde del paño. La bentonita granular será aplicada en una cantidad mínima de 400g por metro lineal.

Este recebo no es necesario si los rollos poseen material extra de bentonita en la zona de solape.

FIGURA 10

SOLAPE LONGITUDINAL



8. SELLADO ALREDEDOR DE PENETRACIONES Y ESTRUCTURAS.

8.1. El corte del GBR-C deberá ser realizado usando un cutter o cuchilla afilada. Se recomienda el cambio frecuente de cuchilla o su afilado para evitar rasgaduras irregulares en los geotextiles del GBR-C durante el proceso de corte.

8.2 El GBR-C deberá sellarse alrededor de penetraciones y estructuras encajadas en la superficie de acuerdo a las figuras 11 a 13. Para ello se utilizará bentonita granular o una masilla de bentonita en una cantidad aproximada de 3 kilogramos/m.



FIGURA 11A

SECCIÓN DE PENETRACIÓN POR TUBO HORIZONTAL

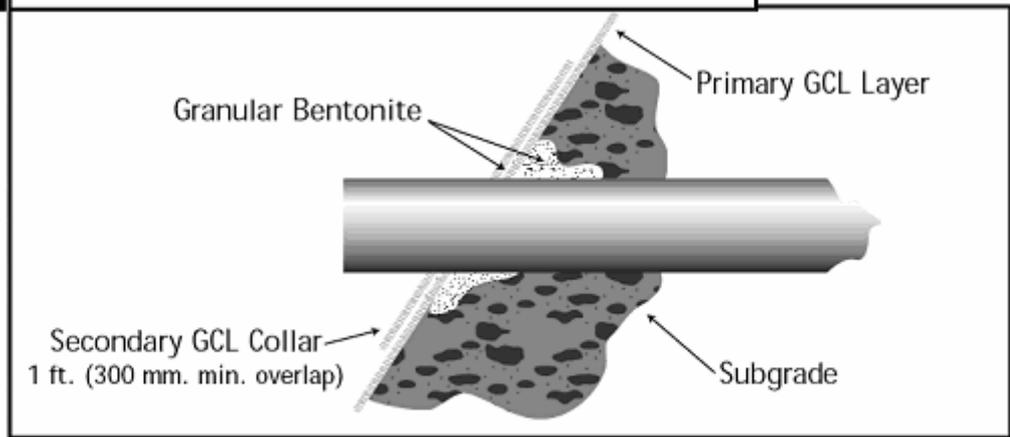
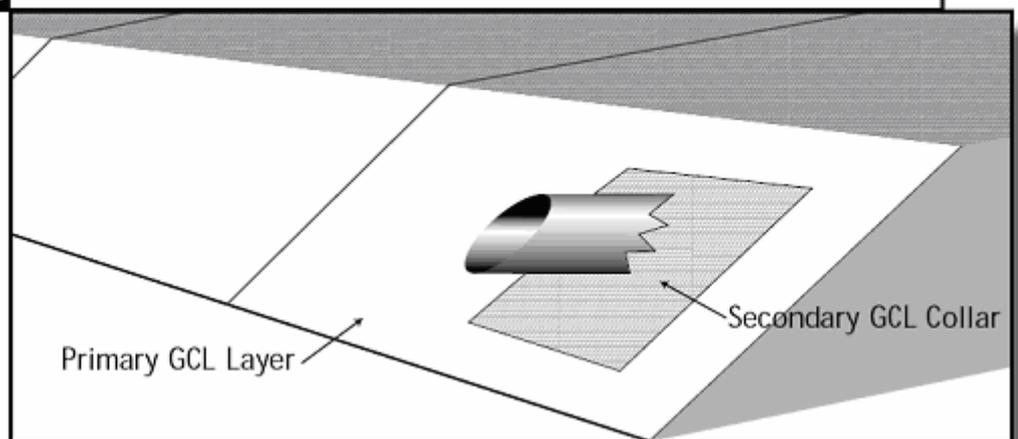
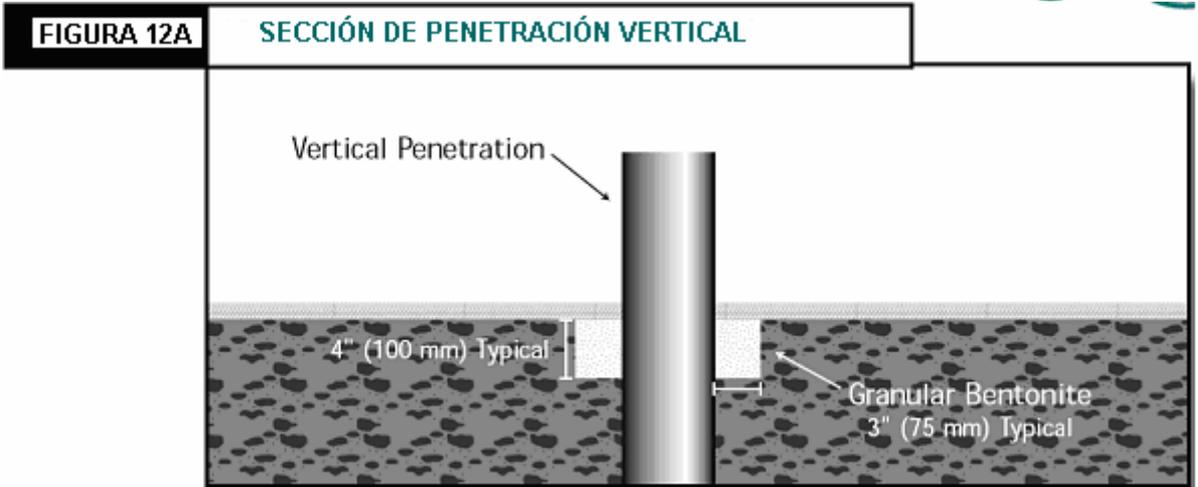


FIGURA 11B

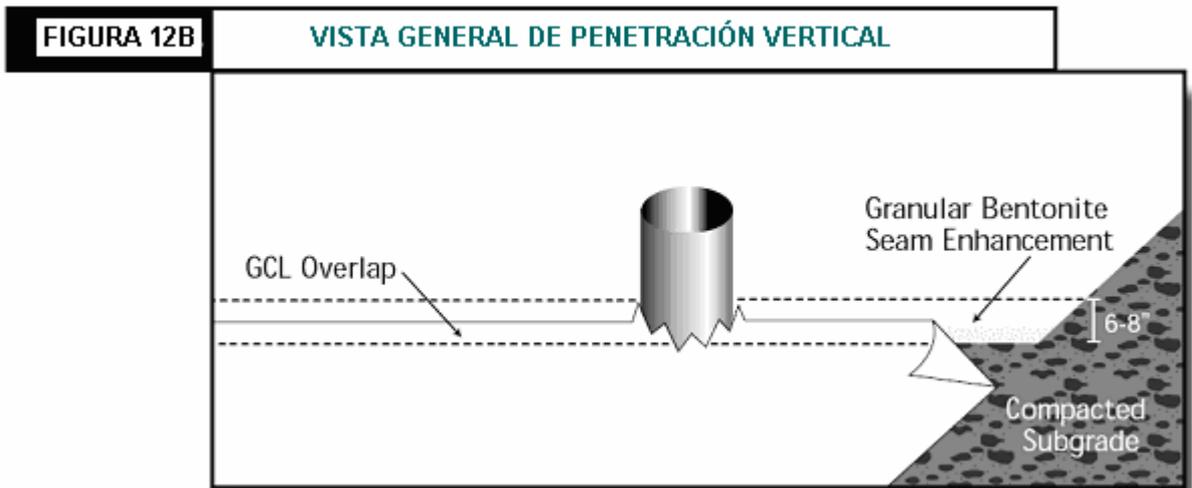
VISTA GENERAL DE PENETRACIÓN POR TUBO HORIZONTAL



8.3. Cuando el GBR-C sea instalado sobre un tubo horizontal penetrante, se procederá a realizar un rebaje en forma de cuña de la superficie alrededor de dicho tubo. La cuña deberá rellenarse con bentonita granular como aparece en la figura 11a. Posteriormente se debe colocar un trozo de paño de GBR-C envolviendo el cuello del tubo, como en la figura 11b. Para que el trozo de paño se adapte mejor al tubo, es recomendable hacer el corte interior en forma de estrella. Posteriormente se aplicará bentonita granular entre la capa primera de GBR-C y el trozo de paño que envuelve al tubo.



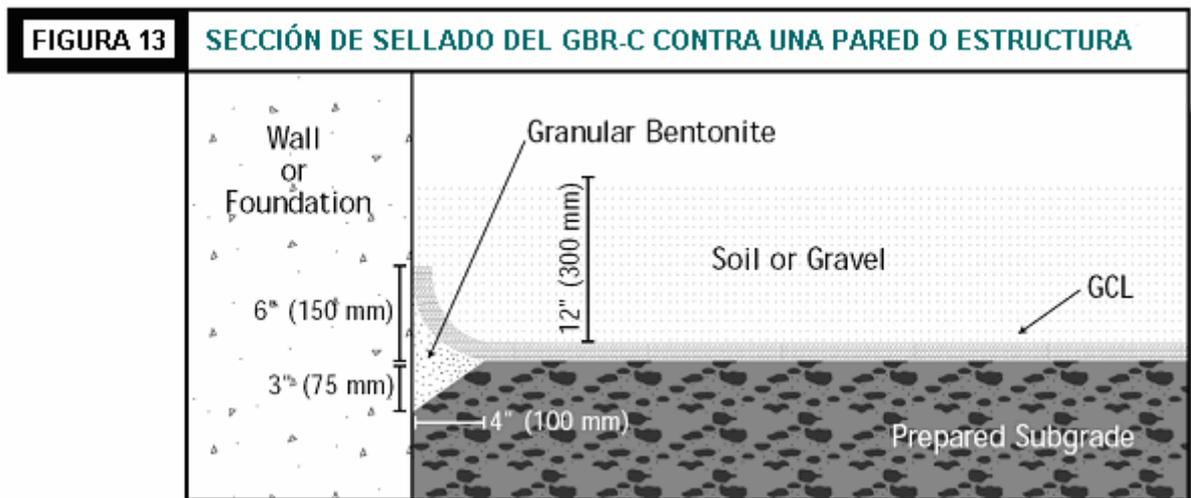
8.4. Las penetraciones verticales serán tratadas haciendo un rebaje de la superficie alrededor del tubo penetrante, como muestra la Figura 12a. Dicho rebaje se rellenará de bentonita granular. Este procedimiento se completará mediante la aplicación de dos paños de GBR-C dispuestos como en la Figura 12b. Otra opción es aplicar un trozo de paño alrededor del tubo como se muestra en las figuras 11a y 11b.



8.5. Cuando el paño de GBR-C finaliza en una estructura o muro embebido en la superficie del área de contención, se deberá hacer un

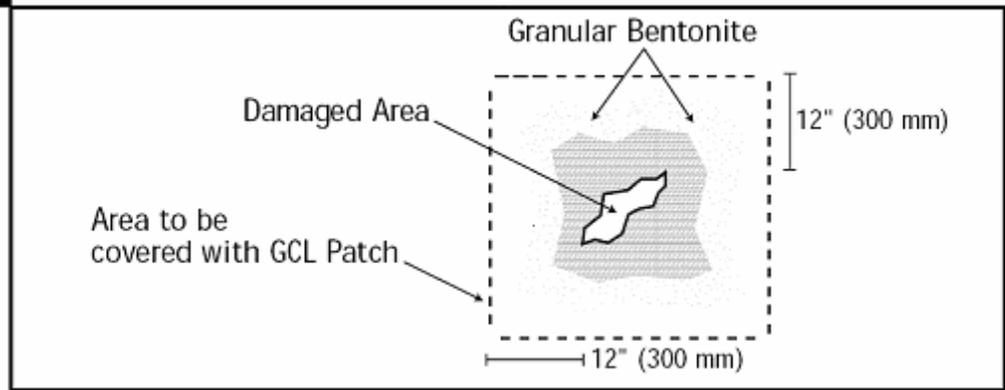
rebaje en forma de cuña de la superficie próxima a la zona de contacto con el muro, tal como se ha descrito en la sección 8.3.

8.4. El rebaje en forma de cuña se llenará de bentonita granular, colocándose el GBR-C por encima del rebaje y contra la estructura (Figura 13). Cuando se proceda a la cubrición, se debe de acondicionar la zona de suelo próxima a la conexión con la estructura. Cuando las estructuras o muros se encuentran en lo alto del talud pueden requerir detalles adicionales. En estos casos, la dirección de obra deberá ponerse en contacto con los Servicios de Soporte Técnico de CETCO.



9. REPARACIÓN DE DAÑOS.

9.1. Si el GBR-C es dañado (rasgado, pinchado, perforado, etc.) durante la instalación, puede repararse mediante la aplicación de una pieza de GBR-C sobre el área dañada (Figura 14). El pedazo será obtenido de un rollo nuevo de GBR-C y será cortado con unas dimensiones tales que se pueda colocar quedando un solape mínimo de 300 mm. alrededor de todo el área dañada. La bentonita granular o masilla de bentonita debería ser aplicada alrededor del área dañada antes de la colocación del recorte.

FIGURA 14**REPARACIÓN DE DAÑOS POR PARCHEO****10. MATERIAL DE CUBRICIÓN.**

10.1. El grosor de la capa de suelo de cubrición del GBR-C variará en función del uso posterior. La capa mínima será de 300 mm., necesaria para poder proporcionar una limitación de tensión al GBR-C y prevenir daños provocados por maquinaria, la erosión, etc.

10.2. El material de cubrición no presentará piedras angulares u otros materiales extraños que pudieran dañar el GBR-C. Los suelos de cubrición deberían ser aprobados por la dirección facultativa en lo que concierne al tamaño de partícula, uniformidad y compatibilidad química. Los suelos de cubrición con altas concentraciones de calcio (por ejemplo, la caliza, la dolomía) no pueden ser aceptados.

10.3. Los suelos de cubrición recomendados deberán tener una distribución de tamaño de partícula comprendido entre *finos* y una pulgada (2,5 mm.), a no ser que se especifique la instalación de un geotextil antipunzonamiento.



10.4. El material de cubrición será colocado sobre el GBR-C mediante la utilización de maquinaria de construcción que reduzca al mínimo las rodadas sobre el GBR-C. Se deberá mantener un espesor mínimo de 300 mm. de material entre las ruedas de la máquina y el GBR-C durante el proceso de extendido. Esta recomendación de espesor no es aplicable a zonas con alta frecuencia de tránsito de vehículos o calzadas, para las cuales se requiere un espesor mínimo de 600 mm.

10.5. El suelo de cubrición deberá ser colocado de manera que se impida la entrada de material a las zonas de solape del GBR-C. El extendido del material será realizado avanzando pendiente arriba, no descendiendo la pendiente, para minimizar fuerzas de tensión sobre el GBR-C.

10.6. Cuando una geomembrana texturizada es instalada sobre el GBR-C, deberá ser usado un geosintético temporal a modo de capa de protección para reducir la fricción durante la instalación y permitir que la geomembrana texturizada pueda ser desplazada más fácilmente hasta su posición final.

Será conveniente fijar el CBR-C en los solapes mediante clavos en "U" al terreno para evitar su movimiento con las dilataciones de la geomembrana.

11. HIDRATACIÓN.

11.1. En aquellos casos donde la impermeabilización se realiza para contención de líquidos no acuosos, será necesario hidratar con agua la cubierta de GBR-C antes de su empleo. La hidratación por lo general es lograda por la precipitación en forma de lluvia y/o por absorción de la humedad del suelo.



11.2 Si la hidratación manual fuese necesaria, el agua puede ser aplicada inundando el área cubierta por GBR-C o mediante un sistema de lluvia artificial.