

<b>CÓDIGO</b>	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.</b>	<b>VERSIÓN</b>	
<b>ET-IC-01</b>		<b>4</b>	
<b>Especificación</b>	<b>EMAR</b>	<b>Revisión</b>	
<b>412-18</b>	<b>MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON GEOCELDAS</b>	<b>1</b>	
<b>PROCESO</b> <b>INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO</b>			

### Control de Revisiones

Versión	Revisión	Fecha	Descripción Modificación	Folios
4	1	2019-12-19	Versión inicial del documento. A partir de la Resolución 10910 de 2019 se adoptan las especificaciones ET-IC-01 "ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO EN BOGOTÁ D.C.	8

El documento original ha sido aprobado mediante el SID (Sistema Información Documentada del IDU). La autenticidad puede ser verificada a través del código



<b>Participaron en la elaboración<sup>1</sup></b>	<b>David Andres Romero Cardenas, OAP / Ivan Alberto Caamano Murillo, DTE / Jairo Alexander Ibarra Trujillo, DTE / Jose Alberto Prieto Hernandez, DTE / Nattalia Angelica Romero Hermosilla, DTE / Oscar Mauricio Velasquez Bobadilla, DTE / Roberto Carlos Aleman Lopez, OAP / Stefania Olivera Rios, DTE / Vicente Edilson Leal Moreno, DTE / Yuly Caterin Diaz Jimenez, DTE /</b>
<b>Validado por</b>	<b>Isauro Cabrera Vega, OAP Validado el 2019-12-16</b>
<b>Revisado por</b>	<b>Joanny Camelo Yopez, DTE Revisado el 2019-12-16</b>
<b>Aprobado por</b>	<b>Diana Maria Ramirez Morales, SGDU Aprobado el 2019-12-19</b>

<sup>1</sup>El alcance de participación en la elaboración de este documento corresponde a las funciones del área que representan

<b>CÓDIGO</b>	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.</b>	<b>VERSIÓN</b>	
ET-IC-01		4	
<b>Especificación</b>	<b>EMAR</b>	<b>Revisión</b>	
412-18	<b>MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON GEOCELDAS</b>	1	
<b>PROCESO</b> <b>INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO</b>			

## MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON GEOCELDAS

### CONTENIDO

		Pág.
412.1	ALCANCE	3
412.2	RESTRICCIÓN DE USO Y APLICACIÓN ACORDES AL DISEÑO	3
412.3	MATERIALES	3
412.4	REQUERIMIENTOS PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	5
412.5	CONDICIONES DE ENTREGA PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS	7
412.6	MEDIDA	8
412.7	FORMA DE PAGO	8
412.8	ÍTEM DE PAGO	8

<b>CÓDIGO</b>	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.</b>	<b>VERSIÓN</b>	
ET-IC-01		4	
<b>Especificación</b>	<b>EMAR</b>	<b>Revisión</b>	
412-18	<b>MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON GEOCELDAS</b>	1	
<b>PROCESO</b> INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

## 412.1 ALCANCE

La presente Especificación tiene como alcance definir el uso de geoceldas como sistema para el mejoramiento de suelos de subrasante. Mejoramiento que se alcanza mediante la implementación de un sistema de confinamiento celular, con el uso del sistema se busca, que los esfuerzos generados en las capas superiores de la estructura de pavimento sean redistribuidos en la interfase de la subrasante y la capa mejorada con geocelda, mediante el confinamiento de material granular, mejorando así las características mecánicas del suelo de fundación de la estructura de pavimento.

La aplicación de geoceldas está dirigida hacia estructuras de pavimento que necesiten mejorar su suelo de cimentación, con el objetivo de aumentar su capacidad portante y disminuir sus asentamientos.

La presente Especificación establece los criterios y procedimientos para garantizar la calidad de la geocelda y su supervivencia frente a los esfuerzos producidos durante su instalación y vida de servicio.

Este trabajo consiste en la preparación del suelo de subrasante o de las capas granulares que se quieren mejorar, el suministro, transporte y colocación de materiales compuestos por el geotextil, geocelda y el suelo granular, en los sitios señalados en los planos del proyecto o indicados por el Interventor.

El sistema de mejoramiento está compuesto por geoceldas, material granular de relleno y geotextil en la interfaz de la subrasante existente. Todo el sistema debe ser construido de acuerdo con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos.

## 412.2 RESTRICCIÓN DE USO Y APLICACIÓN ACORDES AL DISEÑO

El uso o aplicación de geoceldas solo es permitido si existe un diseño de soporte en el cual se especifiquen función, aporte a la estructura, resistencia, traslapes y tipo de costura, en caso de no existir diseño, el Interventor debe solicitar un concepto técnico firmado por parte del especialista en geotecnia aprobado para el Contratista de Obra quien debe diseñar el mejoramiento y proponer los parámetros que permitan su verificación y recibo.

Bajo ninguna circunstancia se puede aprobar la colocación de una geocelda que no cuente con un diseño previo en el que se propongan los parámetros de desempeño debidamente justificados y se puede evidenciar la bondad del uso respecto a la alternativa de no uso.

## 412.3 MATERIALES

### 412.3.1 Geoceldas

Tal como es definido en la Especificación 241 Las geoceldas son geosintéticos, formados por una serie de celdas interconectadas que son fabricadas a partir de diferentes tipos de polímeros, el sistema celular es de carácter tridimensional, lo que permite encajonar el material de relleno, generando confinamiento en el material, e incrementando la rigidez de este durante los procesos de carga.

<b>CÓDIGO</b>	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.</b>	<b>VERSIÓN</b>	
ET-IC-01		4	
<b>Especificación</b>	<b>EMAR</b>	<b>Revisión</b>	
412-18	<b>MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON GEOCELDAS</b>	1	
<b>PROCESO</b> <b>INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO</b>			

### 412.3.1.1 Características del geosintético

Las geoceldas empleadas para el mejoramiento de subrasante deben ser de polietileno de alta densidad y/o aleaciones poliméricas, para la conformación de un sistema de confinamiento celular. Las geoceldas deben ser de superficie texturizada y paredes perforadas, según especifique el diseñador. Las alturas de la geocelda deben ser definidas por el diseñador.

### 412.3.1.2 Nivel de supervivencia

De acuerdo con el nivel de supervivencia las geoceldas se deben clasificar como alta, moderada o baja supervivencia.

### 412.3.2 Propiedades de las geoceldas

Las diferentes propiedades de los geoceldas dependen de los requerimientos de supervivencia y de las condiciones y procedimientos de instalación. La Tabla 412.1 presenta los requerimientos mínimos, bajo condiciones normales de instalación, que una geocelda debe cumplir:

**Tabla 412.1**  
**Requerimientos de propiedades mínimas para geoceldas**

Propiedades	Norma de referencia	Valor
Densidad promedio mínima del material (g/cm <sup>3</sup> )	ASTM D1505 (columna gradiente) o ASTM D792 (desplazamiento)	0.94
Espesor nominal de la pared texturizada (mm)	ASTM D5199	1.25
Contenido de carbón negro (%)	ASTM D1603 ASTM D4218	1.50 - 2.50 2-30
Esfuerzo de fluencia a tensión mínimo (kN/m)	ASTM D6693	18
Esfuerzo de rotura a la tensión mínimo (kN/m)	ASTM D6693	13
Resistencia en la unión (kN/m)	ISO 13426 Método B, ASTM D4437	13
Eficiencia en la soldadura (%)	GRI – GS – 13	100
Tiempo de inducción oxidativa (min)	ASTM D3895	≥100
Resistencia al agrietamiento afectaciones medioambientales (horas)	ASTM D1693	3500
Angulo la fricción conjunto arena – pared de celda	ASTM D5321	>30°

### 412.3.3 Características de capas granulares o de relleno

Los materiales granulares o materiales de relleno deben satisfacer la Especificación técnica vigente correspondiente. La selección del suelo de relleno está gobernada por la naturaleza e intensidad de los esfuerzos actuantes, la disponibilidad y costo de los materiales susceptibles de ser empleados, lo definido en el diseño y aprobado por el Interventor. De manera particular el material confinado dentro de la geocelda debe tener un tamaño máximo a 1/3 de su altura (altura de la celda y cobertura). Se pueden utilizar materiales de relleno tipo RAP o RCD o un porcentaje de estos según diseño, siempre y cuando cumplan con las condiciones de recibo de los trabajos.

<b>CÓDIGO</b>	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.</b>	<b>VERSIÓN</b>	
ET-IC-01		4	
<b>Especificación</b>	<b>EMAR</b>	<b>Revisión</b>	
412-18	<b>MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON GEOCELDAS</b>	1	
<b>PROCESO</b> <b>INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO</b>			

#### 412.4 REQUERIMIENTOS PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El Interventor debe exigir al Contratista de Obra:

- Que los trabajos se efectúen de tal forma que el geosintético quede expuesto a condiciones ambientales el menor tiempo posible no superando más de 3 días.
- Que la superficie del terreno después de alcanzar la cota de diseño esté libre de elementos que puedan dañar el geotextil como rocas, ramas y materiales inconvenientes.
- Si se especifica el uso de geotextiles para separación en el diseño, se debe colocar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de las geoceldas. Se debe realizar la instalación del geotextil de acuerdo con lo indicado en la Especificación correspondiente IDU 2018.
- Que las geoceldas se coloquen en las posiciones indicadas en los planos, con los empalmes recomendados, y siguiendo las precauciones y recomendaciones formuladas por el fabricante.
- Que las geoceldas se coloquen cuando las condiciones del tiempo a juicio del Interventor sean adecuadas y que no se instalen en condiciones de lluvia.
- Que el proveedor de la geoceldas haya suministrado las dimensiones de la celda abierta y el área de cobertura de cada panel con el fin de determinar la extensión adecuada de los paneles, de esta forma el panel abierto de geoceldas puede modularse de acuerdo con las condiciones particulares del proyecto.
- Que los paneles se dispongan en el lugar previsto para su instalación de acuerdo con lo establecido en la modulación de diseño y las características de la geocelda.
- Que el Contratista de Obra use de forma temporal en los bordes perimetrales y donde sea necesario, elementos de fijación como estacas de madera o metálicas (varillas de 3/8" o de 1/2") con el fin de mantener los paneles de las geoceldas plenamente extendidos.
- Que la longitud mínima de los elementos de fijación este de acuerdo con lo establecido en la Tabla 412.2, y que no se retiren hasta cuando las celdas estén llenas del material de relleno especificado.

**Tabla 412.2**  
**Dimensiones de las geoceldas con elementos de fijación**

Altura de la geocelda (cm)	Longitudes mínimas del elemento de fijación (cm)
10	40
12	45
15	45
20	50

- Que la separación entre anclajes en el ancho del panel sea máxima cada dos celdas y cada metro en el largo, de manera perimetral. En todo caso debe estar acorde con las recomendaciones del diseño.
- Que la longitud mínima de los elementos garantice su recuperación y sea visible en superficie y que no generen ninguna interferencia con los equipos de compactación.
- Que el despliegue de las geoceldas se realice de acuerdo con el diseño.
- Que el primer panel que se extienda sea fijado sobre las guías previamente ancladas según las recomendaciones del fabricante y que los paneles adyacentes para completar el ancho o largo, según corresponda, se extiendan de manera similar y se unan lateralmente mediante grapas metálicas para garantizar una cobertura con geoceldas homogénea, hasta que se logre extender completamente el sistema y que los paneles del otro costado también sean fijados.

<b>CÓDIGO</b>	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.</b>	<b>VERSIÓN</b>	
ET-IC-01		4	
<b>Especificación</b>	<b>EMAR</b>	<b>Revisión</b>	
412-18	<b>MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON GEOCELDAS</b>	1	
<b>PROCESO</b> <b>INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO</b>			

- Que los paneles sucesivos se unan mediante grapas de acuerdo con la Tabla 412.3.
- Que la abertura mínima de las celdas en los dos sentidos debe ser la recomendada por el fabricante.
- Que antes de la expansión se realice el proceso de unión entre paneles por medio de una grapadora neumática con grapas galvanizadas o cobrelizadas cuya cantidad por junta debe estar de acuerdo con lo indicado en la Tabla 412.3 y que se considere una mayor expansión de las celdas externas y una menor expansión de las celdas internas para los tramos en curva.

**Tabla 412.3**  
**Dimensiones de las geoceldas con grapas**

Altura de la geocelda (cm)	Cantidad mínima de Grapas por unión
10	4
12	5
15	6
20	8

- Que cuando se encuentren elementos de inspección y/o sumideros, se extienda el panel sobre estos y se corte alrededor de su perímetro previa instalación de elementos de fijación alrededor del elemento buscando dejar la mayor cantidad de celdas completas, que garanticen un confinamiento adecuado del material que se encuentra alrededor del elemento.
- Que el relleno de materiales granulares corresponda al determinado en los planos de construcción del proyecto.
- Que en el inicio del tramo se haga una rampa de acceso para que los equipos de construcción puedan acceder sin causar daño a la geocelda.
- Que el llenado se haga gradualmente desde el centro hacia el frente y los extremos, descargando el material granular y luego extendiéndolo con un equipo de carga frontal hasta cubrirla completamente en forma homogénea. En ningún caso se debe descargar material directamente desde la volqueta sobre las geoceldas vacías. En caso de utilizar cargadores o retroexcavadoras para el llenado de las geoceldas, la altura de caída del material de relleno deber ser máximo de 1 metro para evitar el daño de las geoceldas. A continuación, se puede perfilar con el uso de motoniveladora y luego compactar.
- Que el espesor compacto del material de llenado debe tener como mínimo un espesor adicional de 5 cm por encima del borde de la geocelda para evitar su deterioro durante la compactación Se debe evitar bajo cualquier circunstancia el contacto directo de maquinaria sobre las geoceldas sin llenar.
- Que la compactación se debe hacer con equipo compactador de cilindro liso vibratorio con un peso estático no mayor a 8 toneladas, en cualquier caso, se debe lograr una densidad superior al 90% de la máxima encontrada en la prueba de compactación Proctor estándar, y que el uso de equipos de compactación manual sea únicamente para aquellos sitios donde las condiciones particulares no permitan el acceso al equipo pesado.
- Que no haya tránsito de personal sobre las geoceldas sin llenar y que de ser necesario se acondicione una superficie de tránsito que no afecte las geoceldas ya que los equipos no deben transitar sobre las geoceldas sin llenar.

<b>CÓDIGO</b>	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.</b>	<b>VERSIÓN</b>	
ET-IC-01		4	
<b>Especificación</b>	<b>EMAR</b>	<b>Revisión</b>	
412-18	<b>MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON GEOCELDAS</b>	1	
<b>PROCESO</b> <b>INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO</b>			

- Que una vez se haya compactado el material de llenado de las geoceldas, la superficie resultante sea utilizada únicamente para el tránsito de los vehículos de construcción de la vía, ya que no se recomienda dejarla abierta al tráfico particular.

#### 412.4.1 Limitaciones en la ejecución y reparaciones

Por ningún motivo se permite adelantar los trabajos objeto de la presente Especificación cuando este lloviendo. Los trabajos se deben realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el IDU, el Interventor puede autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Contratista de Obra garantice el suministro y operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquél. Si el Contratista de Obra no ofrece esta garantía, no se le permite el trabajo nocturno y debe poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

Todos los defectos que se presenten en la colocación de la geocelda; en la extensión y compactación del material de cobertura; así como los que se deriven de un incorrecto control del tránsito recién terminados los trabajos, deben ser corregidos por el Contratista de Obra, de acuerdo con las instrucciones del Interventor, sin costo alguno para el Instituto de Desarrollo Urbano.

#### 412.5 CONDICIONES DE ENTREGA PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

Durante la ejecución de los trabajos, se deben adelantar los siguientes controles:

- Comprobar que las geoceldas a utilizar cumplan con los requisitos exigidos por la Especificación 241.
- Verificar la eficiencia de la aplicación del sistema de acuerdo con las hipótesis de diseño mediante la realización de un ensayo deflectométrico, o del ensayo de prueba de placa bajo la norma INV E 168-13, que sea ejecutada a los niveles de esfuerzo o deformación definidos por el especialista de geotecnia, y que en todo caso los valores no pueden ser inferiores al 65% de los esperados según los diseños realizados, el número de pruebas mínimo es definido de acuerdo con el área que se haya mejorado y las unidades de diseño y en todo caso no puede ser menos de 1 cada 1600 m<sup>2</sup>.
- Verificar que cada panel de geocelda tenga en forma clara la información del fabricante, el número del lote y la referencia del producto.
- Medir, para efectos de pago, las cantidades de geocelda colocado a satisfacción.
- Verificar y muestrear de acuerdo con la Especificación respectiva de los materiales granulares y de relleno empleados.
- El Interventor debe aceptar toda capa de mejoramiento con geocelda construida según las dimensiones y los alineamientos que se ajusten a los requerimientos del proyecto y cuyos materiales y procedimientos de ejecución se ajusten a lo prescrito en esta Especificación.

Además debe cumplir con los lineamientos establecidos en los numerales de aseguramiento de la calidad de la Especificación 102.

<b>CÓDIGO</b>	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.</b>	<b>VERSIÓN</b>	
ET-IC-01		4	
<b>Especificación</b>	<b>EMAR</b>	<b>Revisión</b>	
412-18	<b>MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON GEOCELDAS</b>	1	
<b>PROCESO</b> INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

## 412.6 MEDIDA

La unidad de medida del mejoramiento con geoceldas es el metro cuadrado (m<sup>2</sup>) aproximado al décimo del metro cuadrado de geocelda medido en obra, colocado de acuerdo con los planos y esta Especificación, sin incluir traslapes, debidamente aceptado por el Interventor.

## 412.7 FORMA DE PAGO

El pago por el mejoramiento de la subrasante con geocelda se debe hacer por metro cuadrado, al respectivo precio unitario del contrato por toda obra ejecutada, de acuerdo con los planos del proyecto y con esta Especificación, y aceptado a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario debe incluir los costos de adquisición del material, además debe incluir los costos relacionados con el uso de los equipos. Todo conforme a las disposiciones de la presente Especificación.

Dentro de lo anteriormente citado están implícitas las actividades relacionadas con el transporte, almacenamiento, desperdicios, cargues, descargues, colocación, las actividades de conservación de la capa terminada y en general, toda actividad relacionada con la correcta construcción de la capa, conforme a los requerimientos para la ejecución de los trabajos de esta Especificación.

Se excluyen del precio unitario las labores relacionadas con excavaciones, preparación de la capa de apoyo para la colocación de la geocelda las cuales se pagan de acuerdo con las especificaciones correspondientes.

## 412.8 ÍTEM DE PAGO

412.8.1 Capa mejorada de suelos o geomateriales con geocelda Metro cuadrado (m<sup>2</sup>)