

NORMA TÉCNICA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

NDC-SE-AA-012/V3.0

RELLENOS



EMCALI

Código	NDC-SE-AA-012
Estado	VIGENTE
Versión	3.0 – 01/04/2016
Fuente	GUENA - EMCALI EICE ESP- DISEÑO – CONSTRUCCIÓN
Tipo de Documento	NORMA TECNICA DE SERVICIO
Tema	ACUEDUCTO - ALCANTARILLADO
Comité	TÉCNICO DE APROBACIÓN DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

Título	RELLENOS
---------------	-----------------

ÍNDICE

	Pág.
1.0PROLOGO	4
2.0OBJETO	5
3.0ALCANCE	5
4.0DEFINICIONES	5
5.0REFERENCIAS NORMATIVAS	6
6.0REQUISITOS GENERALES	7
6.1 ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS	8
6.1.1 Propuesta de Rellenos	8
6.1.2 Almacenamiento y Manejo de Sobrantes	8
6.2 PREPARACIÓN DEL SITIO	9
6.3 ASPECTOS CONSTRUCTIVOS	9
6.3.1 Construcción de Rellenos contra Estructuras y Tuberías	10
6.3.2 Extensión y Compactación del Material de Relleno	10
6.4 MATERIALES DE RELLENO	12
6.4.1 Características Generales de los Materiales	12
6.4.2 - MATERIAL IMPORTADO SELECCIONADO SUMINISTRADO POR CONTRATISTA	13
a) Propiedades	13
6.4.3 MATERIALES PROVENIENTES DE EXCAVACIÓN	13
6.4.4 PIEDRA PARTIDA.	14
6.4.5 GRAVA	15
6.4.6 SUB-BASE GRANULAR	15
6.4.7 BASE GRANULAR	17
6.4.8 CONCRETOS	18
6.5 MUESTREO Y MÉTODOS DE PRUEBA DE LOS MATERIALES DE RELLENO	18
6.6 TOLERANCIAS	20
7.0REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

1.0 PROLOGO

La Unidad Estratégica de los Negocios de Acueducto y Alcantarillado - UENAA ha establecido el Área Funcional Sistema de Normas y Especificaciones Técnicas para gestionar el desarrollo y la actualización de las normas y especificaciones técnicas a ser utilizadas por el personal de EMCALI EICE ESP, contratistas, consultores, usuarios y otras partes interesadas. La misión principal del área, consiste en la normalización de los procesos, productos y servicios, para estar acorde con el estado del arte tecnológico y las exigencias gubernamentales, en beneficio de los diferentes sectores que participan en el desarrollo de la infraestructura del entorno y de la comunidad en general.

La versión final de esta Norma Técnica fue revisada y aprobada a través de los Comités Técnico y de Aprobación y ordenada su Publicación y Cumplimiento mediante la resolución de Gerencia General de EMCALI EICE ESP No. GG-001255 del 12 de julio de 2011.

2.0 OBJETO

Establecer los criterios para los rellenos de las obras ejecutadas por o para la Unidad Estratégica de Negocios de Acueducto y Alcantarillado (UENAA) de EMCALI EICE ESP.

3.0 ALCANCE

Esta norma aplica para la construcción de rellenos, define los materiales a ser utilizados y los métodos y frecuencia de muestreo para las obras de la UENAA de EMCALI EICE ESP.

4.0 DEFINICIONES

4.1. BASE GRANULAR

Parte de la estructura de un pavimento (flexible o rígido), ubicado por debajo de la carpeta asfáltica o rígida y que tiene funciones de resistencia y economía. Transmite a la sub-base, si existe, y a la subrasante las cargas impuestas por el tráfico.

MORTERO

Es el material resultante al adicionar a la arena de río, proporciones especificadas de cemento y aditivos.

4.2. PORCENTAJE DE COMPACTACION

Es la prueba Proctor que se hace a un material que tiene partículas gruesas hasta 1 pulg. De diámetro, así como a los materiales no cohesivos que no cumplen con la condición de la prueba próctor.

4.3. PROCTOR

Es una prueba de laboratorio que sirve para determinar la relación entre el contenido de humedad y el peso unitario seco de un suelo compactado.

4.4. PROCTOR MODIFICADO

En este ensayo se aplica mayor energía de compactación que el estándar, ya que es más adecuado a las sollicitaciones de las estructuras que se construye en la actualidad.

4.5. SUBBASE GRANULAR

Parte de la estructura de un pavimento flexible o rígido, ubicada por encima del terreno natural o subrasante o sobre el material de terraplén en caso de que exista. En los pavimentos no rígidos, su función más importante es disipar los esfuerzos que han de transmitirse a la subrasante, de manera económica; impide el contacto entre la subrasante y la base, es decir, la contaminación de ésta con los finos de aquella y, absorbe y controla las deformaciones que pueda experimentar la subrasante. Además de las anteriores, en los pavimentos rígidos, cumple dos funciones evitar el bombeo de la vía y facilitar los trabajos de pavimentación.

4.6. SUELO ESTABILIZADO

Suelo al que se le adiciona uno o varios materiales como: otro tipo de suelo, arena, cal, cemento, ceniza, químicos, aditivos, bentonita, asfalto o aceite, para mejorar sus propiedades.

4.7. TOLERANCIA

Valor máximo admisible de la diferencia entre la medición de una determinada propiedad (o longitud) y el valor especificado. Tiene sentido si el valor medido es desfavorable para la calidad del material.

5.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS.

- Standard test method for aggregate durability index. Philadelphia: ASTM. (ASTM D3744)
- Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils. Philadelphia: ASTM. (ASTM D1883)
- Standard test method for density and unit weight of soil in place by the sand-cone method. Philadelphia: ASTM. (ASTM D1556)
- Standard test method for determination of the point load strength index of rock. Philadelphia: ASTM. (ASTM D5731)
- Standard test method for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort (56.000 ft-lbf/ft³(2.700KN-m/m³)). Philadelphia: ASTM. (ASTM D1557)

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN.

- Concretos. Método de ensayo para la determinar de impurezas orgánicas en el agregado fino para concreto. Bogotá: ICONTEC. (NTC 127)
- Ingeniería civil y arquitectura. Determinación de la resistencia al desgaste de agregados gruesos mayores de 19 mm, utilizando la máquina de Los Ángeles. Bogotá: ICONTEC. (NTC 93)
- Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar la solidez (sanidad) de los agregados con el uso de sulfato de sodio o sulfato de magnesio. Bogotá: ICONTEC. (NTC 126)
- Método de ensayo para la determinación del límite líquido, del límite plástico y del índice de plasticidad de los suelos cohesivos. Bogotá: ICONTEC. (NTC 4630)
- Métodos de ensayo para peso específico de sólidos de suelo con picnómetro de agua. Bogotá: ICONTEC. (NTC 1974)
- Suelos. Ensayo para determinar la granulometría por tamizado. Bogotá: ICONTEC. (NTC 1522)

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS.

- Especificaciones generales de construcción de carreteras. Bogotá, INVIAS, Septiembre de 2007.
- Artículo 610-07, Rellenos para estructuras.
- Artículo 300-07, Disposiciones generales para la ejecución de afirmados, subbases granulares y bases granulares y estabilizadas.
- Artículo 310-07, Conformación de la calzada existente.
- Artículo 311-07, Afirmado.

- Artículo 312-07, Tratamiento paliativo del polvo en afirmados.
- Artículo 320-07, Subbase granular
- Artículo 330-07, Base granular.
- Artículo 340-07, Base estabilizada con emulsión asfáltica.
- Artículo 341-07, Base estabilizada con cemento.
- Artículo 300-07, Base de concreto hidráulico.

EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI – EMCALI EICE ESP.

- Aspectos técnicos para diseño y construcción de obras de protección de taludes. EMCALI EICE ESP (NDC-SE-GE-002)
- Aspectos técnicos para diseño y construcción de subdrenajes. EMCALI EICE ESP (NDC-SE-GE-004)
- Concretos y morteros. EMCALI EICE ESP (NCO-PM-AA-004)
- Desmante, limpieza, demoliciones y retiro de materiales. EMCALI EICE ESP (NDC-SE-AA-007)
- Excavaciones. EMCALI EICE ESP (NDC-SE-AA-006)
- Desmante, limpieza, demoliciones y retiro de materiales. EMCALI EICE ESP (NDC-SE-AA-007)
- Directrices para la ejecución de levantamientos topográficos. EMCALI EICE ESP (NDI-SE-AA-015)
- Plan de Manejo Ambiental para la elaboración de diseños definitivos de redes matrices de acueducto, colectores de alcantarillado pluvial y sanitario y redes secundarias de acueducto y alcantarillado. EMCALI EICE ESP (NPL-SE-AA-021).
- Rellenos. EMCALI EICE ESP (ECO-SE-AA-010)
- Requerimientos para cimentación de tuberías en redes de acueducto y alcantarillado. EMCALI EICE ESP (NDI-SE-AA-016)
- Aspectos técnicos para diseño y construcción de obras de protección de taludes. EMCALI EICE ESP (NDC-SE-GE-002)
- Requisitos mínimos de higiene y seguridad industrial para el manejo de equipos empleados en labores de construcción de sistemas de acueducto y alcantarillado. EMCALI EICE ESP (NPL-SE-AA-026)
- Requisitos mínimos de seguridad industrial para el manejo de explosivos. EMCALI EICE ESP (NPL-SE-AA-044)

6.0 REQUISITOS GENERALES

Las actividades asociadas a la construcción de material importado deben realizarse de acuerdo con lo establecido en la norma de EMCALI EICE ESP "NPL-SE-AA-023 Criterios para planes de manejo ambiental" y la norma de seguridad industrial "NPL-SE-AA-026 Requisitos mínimos de higiene y seguridad industrial para el manejo de equipos empleados en labores de construcción de sistemas de acueducto y alcantarillado". Los aspectos relacionados con la ejecución de trabajos de topografía, manejo

de explosivos, limpiezas, demoliciones y traslado de estructuras y excavaciones deben considerarse de acuerdo con las normas de EMCALI EICE ESP "NDC-SE-AA-015 Directrices para la ejecución de levantamientos topográficos", la "NPL-SE-AA-025 Requisitos mínimos de seguridad industrial para el manejo de explosivos", la "NDC-SE-AA-007 Desmonte, limpieza, demoliciones y retiro de materiales" y la "NDC-SE-AA-006 Excavaciones".

6.1 ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

6.1.1 Propuesta de Rellenos

El Contratista y/o Urbanizador con 30 días de anticipación al inicio de los trabajos de relleno, debe presentar por escrito a EMCALI EICE ESP una propuesta de metodología de rellenos, sujeta a aprobación, donde se especifiquen para cada material, como mínimo, los siguientes aspectos:

- Fuentes de materiales de relleno debidamente aprobadas por la autoridad ambiental competente (DAGMA y/o CVC).
- Los resultados de los ensayos de laboratorio, teniendo en cuenta que se cumplan los requisitos especificados para los materiales con respecto a: granulometría, índice de plasticidad, desgaste en la máquina de los Ángeles, solidez en sulfatos de sodio y magnesio, CBR, compactación Próctor modificado, materia orgánica y aquellos adicionales que por las características del sitio EMCALI EICE ESP considere pertinentes. Los anteriores resultados de acuerdo con su destinación deben satisfacer las especificaciones de la presente norma.
- Características de los equipos a utilizar.
- Métodos de excavación, cargue y transporte de los materiales.
- Métodos para lograr la humedad que asegure la obtención de la densidad especificada.
- Procedimiento de colocación.
- Espesores de las capas.
- Método de compactación.

Aunque EMCALI EICE ESP acepte la propuesta, la aprobación final está supeditada a su comportamiento en obra y revisión de EMCALI EICE ESP.

La propuesta de rellenos debe cumplir con lo estipulado en el Plan de Manejo ambiental de la obra y con los lineamientos expuestos en la norma de EMCALI EICE ESP "NPL-SE-AA-023 Criterios para Planes de Manejo Ambiental"

6.1.2 Almacenamiento y Manejo de Sobrantes

Los trabajos de clasificación y selección de agregados, así como la separación de partículas de tamaño diferente al especificado, deben efectuarse en el sitio de explotación o elaboración y no en la obra.

Los materiales se deben almacenar en sitios cubiertos o cubriéndolos con lonas o plásticos, y en forma separada cuando sean diferentes. El material que se encuentre en contacto con la superficie natural del terreno y se contamine no debe ser utilizado.

El manejo de insumos y sobrantes de obra debe realizarse de acuerdo con la norma "NPL-SE-AA-023 Criterios para Planes de Manejo Ambiental".

EMCALI EICE ESP debe vigilar que el constructor mantenga y conserve adecuada y limpia el área de la obra en todas sus etapas y hasta su recibo definitivo.

6.2 PREPARACIÓN DEL SITIO

Previamente a la construcción de cualquier relleno se deben realizar como mínimo las siguientes actividades:

- Desmonte y limpieza del área, demolición y traslado de estructuras de acuerdo con la norma técnica de EMCALI EICE ESP "NDC-SE-AA-007 Desmonte, limpieza, demoliciones y traslado de estructuras".
- Ejecución de obras necesarias para el drenaje y subdrenaje tales como las cunetas, desagües y filtros, de acuerdo con la norma técnica de EMCALI EICE ESP "NDC-SE-GE-004 Aspectos técnicos para diseño y construcción de subdrenajes".
- Preparación de la superficie, escarificando, nivelando y compactando el terreno, el afirmado o la superficie donde se debe colocar el relleno. La superficie terminada debe quedar con la densidad y las cotas requeridas; si tiene irregularidades mayores de las tolerancias (Véase numeral 6.6), el Contratista y/o Urbanizador debe corregirlas.
- Cuando se programen obras de concreto antes de la construcción de rellenos, debe esperarse hasta que esas obras cumplan los requerimientos mínimos de resistencia necesaria y que se hayan construido las respectivas obras de protección.

En los casos de colocación de rellenos sobre tuberías solo se deben colocar los materiales después de que éstas se hayan instalado a satisfacción de EMCALI EICE ESP y luego de ejecutar los siguientes trabajos:

- Prueba de infiltración y exfiltración.
- Revestimiento de las uniones cuando sea pertinente.
- Reparación del revestimiento de la tubería, si es el caso.
- Levantamiento Topográfico detallado de la posición de la tubería de acuerdo con la norma de EMCALI EICE ESP "NDI-SE-AA-015 Directrices para la ejecución de levantamientos topográficos".

Excepto cuando se especifique algo diferente, no se debe colocar el relleno hasta cuando se haya removido el entibado correspondiente a la franja sobre la cual se coloca la capa de relleno. Sólo se podrán colocar rellenos directamente contra una estructura de concreto, siempre y cuando se hayan removido todos los encofrados y entibados y las estructuras hayan adquirido la resistencia suficiente que le permita soportar las cargas impuestas por los materiales de relleno.

6.3 ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

La construcción de rellenos incluye el suministro, transporte, preparación, colocación y, cuando se indique, la compactación del material de relleno solicitado, en una o varias capas, de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones mostrados en los planos del proyecto y las indicaciones dadas en la presente norma, sobre una superficie preparada previamente (Véase ítem 6.2).

Al terminar cada día, la superficie de la obra debe quedar compactada, nivelada y con la inclinación para que el agua drene sin que se presente el fenómeno de la erosión o lavado del material.

En los rellenos a media ladera, EMCALI EICE ESP puede exigir, por estabilidad, terracearlos o escalonarlos con las excavaciones que considere convenientes de acuerdo con las condiciones indicadas en la norma de EMCALI EICE ESP "NDC-SE-AA-006 Excavaciones".

6.3.1 Construcción de Rellenos contra Estructuras y Tuberías

La colocación del relleno contra una estructura de concreto se debe hacer después de catorce días de vaciado el concreto o en el tiempo indicado por EMCALI EICE ESP, de manera que, las obras cumplan con los requisitos mínimos de resistencia necesaria.

Antes de poner en operación el equipo de compactación apropiado, se debe asegurar que la altura de relleno sobre la tubería, esté de acuerdo con lo especificado, para evitar esfuerzos perjudiciales sobre las tuberías o sobre cualquier estructura, la profundidad de relleno sobre ellas será suficiente, según el criterio de EMCALI EICE ESP, para que permita el paso de tales equipos, sin que se presenten esfuerzos perjudiciales o vibraciones en las tuberías y estructuras.

Cuando se contemple la colocación de capas filtrantes detrás de obras, se deben colocar y compactar antes o simultáneamente con los demás materiales de relleno, tomando la precaución de evitar la contaminación entre los diferentes tipos de materiales. La construcción de los rellenos se debe hacer con el cuidado necesario para evitar presiones excesivas y daños a la estructura. Cuando no se contemple la colocación de material filtrante o geotextil al respaldo de la estructura, se debe colocar grava o roca triturada en las cercanías de los huecos de drenaje o lloraderos, cuando estos existen, para evitar presiones excesivas y segregación del material de relleno.

En las zonas de terreno inclinado donde se desee ampliar los terraplenes existentes o construir uno nuevo, el talud existente o el terreno natural previamente preparado, debe cortarse en forma escalonada o terraceda, de acuerdo con los planos o las instrucciones de EMCALI EICE ESP, de tal forma que se garantice la estabilidad del terraplén nuevo.

Los rellenos alrededor de cámaras de inspección, tuberías y obras similares se deben ejecutar simultáneamente a ambos lados de la estructura y aproximadamente a la misma elevación.

6.3.2 Extensión y Compactación del Material de Relleno

a) Relleno en zanja

La zanja debe rellenarse inmediatamente después de la instalación de la tubería protegiéndola de rocas que puedan caer en la zanja y evitando la posibilidad de flotación en caso de inundación. Inicialmente debe compactarse el relleno por debajo y alrededor de la tubería utilizando el método y equipos aprobados por EMCALI EICE ESP. Después de que se ha drenado el agua del relleno, la densidad del material debe ser igual o mayor a la indicada por EMCALI EICE ESP o las establecidas en las especificaciones del proyecto, debiendo conservarse los registros de conformidad frente a lo especificado.

La compactación se debe efectuar longitudinalmente comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho mínimo de un tercio del ancho del rodillo o vano del compactador. En las zonas inclinadas se hace desde el borde inferior al superior.

El material de relleno se colocará en ambos lados de los tubos, en capas no mayores de 0.10 m y su compactación se hará cuidadosamente para evitar la rotura o desplazamiento de las tuberías. Se tendrá especial cuidado en las primeras capas alrededor de las tuberías hasta 0.30 m. por encima de la clave, atendiendo las alturas de las capas y los tipos de materiales establecidos en las cimentaciones definidas en el proyecto y lo establecido en la norma de EMCALI EICE ESP "NDI-SE-AA-016 Requerimientos para cimentación de tuberías en redes de acueducto y alcantarillado".

Por encima de los 30 cm. a clave de tubería, se podrán adelantar capas de 20 cm. de espesor compactos.

Las zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras, no permitan el empleo del equipo convencionalmente utilizado, se deben compactar con equipos apropiados y aprobados para el caso, sin que las densidades sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa del relleno.

b) Colocación de capas y cordones

El material del relleno se debe colocar en capas paralelas a la superficie, preferiblemente horizontales, con el espesor especificado y de manera uniforme para obtener el grado de compactación exigido según el material. Los materiales de cada capa deben ser de características uniformes. No se debe colocar ninguna capa adicional hasta que la anterior cumpla las condiciones exigidas; las capas deben tener adherencia y homogeneidad entre sí.

El espesor de la capa compactada hasta 30 cm. por encima de la clave de la tubería debe ser el menor entre el calculado como 3.0 veces el tamaño máximo del material o 0.20 m. Se deben conservar los registros de conformidad, aprobados por autoridad competente.

En diques o jarillones, el material se debe colocar previamente en un cordón de sección uniforme, donde se verifica su homogeneidad. Si se van a combinar materiales, se deben mezclar formando cordones separados para cada material y luego se deben combinar para lograr su homogeneidad. Luego se extiende en capas. A menos que se indique otro método, cuando se mezclen dos o más materiales se debe hacer en seco para obtener una mezcla uniforme y luego se puede añadir agua por medio de riego y mezclas sucesivas hasta alcanzar la humedad especificada y uniforme en todo el material. Cuando se llenen oquedades, el material debe quedar compactado de tal forma que la resistencia del relleno sea al menos la del suelo que se llena y en el caso de rocas la solicitada por EMCALI EICE ESP, pero en ningún caso menor de 500 KPa.

En las zonas del relleno de tuberías de diámetro menores de 254 mm (10 pulg.) en donde no es posible trabajar con equipos mecánicos y se compacta a mano, deben disminuirse los espesores de las capas a 10 cm. para lograr el porcentaje de compactación establecido.

c) Condiciones de humedad

El Contratista y/o Urbanizador debe alcanzar en obra para cada material, el contenido de humedad que asegure el grado de compactación máximo.

Cuando el material tenga una humedad diferente de la adecuada para la compactación, el Contratista y/o Urbanizador debe desarrollar las actividades necesarias para lograr la humedad requerida. EMCALI EICE ESP puede aceptar alternativas propuestas por el Contratista y/o Urbanizador pudiendo desecar por aireación, adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas, como cemento, ceniza, cal y debe adoptar todas las precauciones para garantizar la integridad física de los operarios. Con la humedad adecuada se debe compactar mecánicamente la capa. En los cimientos y núcleos del relleno, la densidad que alcancen las diferentes capas no debe ser menor de la exigida.

En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad de compactación, se deberá garantizar que no se deteriore la capa subyacente en el proceso por ingreso de agua o sobrepeso.

Excepto cuando lo permita el tipo de material, las condiciones y el método de trabajo, por ejemplo en trabajos en áreas cubiertas o colocando cubiertas temporales, la construcción no se debe realizar en instantes de lluvia o cuando exista riesgo de ocurrencia. EMCALI EICE ESP no considera las demoras ocasionadas por este factor como causal de pago adicional.

d) Equipo de compactación

La compactación debe realizarse con equipos manuales o mecánicos, rodillos apisonadores, compactadores vibratorios o combinados. El Contratista y/o Urbanizador debe tener en el sitio de trabajo el equipo necesario asegurando su capacidad de operación.

Los compactadores manuales de impacto tipo tandem vibratorios y neumáticos horizontales deben tener una superficie de apisonamiento no mayor de 15x15 cm. y un peso no menor de 10 kg.

e) Control de Calidad de la compactación

El control de compactación de los rellenos se debe llevar a cabo comparando la densidad de campo con la máxima densidad seca obtenida en el laboratorio.

EMCALI EICE ESP ordenará las pruebas de densidad en el terreno, por jornada y por material, con muestras tomadas en la cantidad y en los sitios que estime conveniente, de acuerdo con lo expuesto en el numeral 6.5.

En caso de que los resultados de los ensayos presenten valores inferiores a los especificados en los ítems 6.4.2 y 6.4.3, el Contratista y/o Urbanizador debe tomar las medidas complementarias necesarias tales como compactación adicional, escarificación, estabilización o cualquier método aprobado previamente por EMCALI EICE ESP para obtener la calidad del producto requerida.

f) Control de los espesores

El control del espesor de los rellenos compactados se debe llevar a cabo midiendo en obra y comparando con lo especificado en los diseños. En caso de que los espesores resulten diferentes a los de diseño, con tolerancia más o menos 2 cm, el Contratista y/o Urbanizador debe tomar las medidas complementarias necesarias tales como retiro o colocación del material sobrante o faltante. Los excesos de material cuyas especificaciones sean superiores a las de su reemplazo pueden ser aceptados sin pago adicional al constructor por este concepto

6.4 MATERIALES DE RELLENO**6.4.1 Características Generales de los Materiales**

Los materiales utilizados como relleno en las obras de EMCALI EICE ESP deben presentar como mínimo las siguientes características generales Los materiales no deben tener materia orgánica

- Deben estar constituidos por material limpio, resistente, duro, durable.
- No pueden ser desintegrables, deleznable, meteorizables ni solubles.
- Deben estar sanos, sin agrietamientos, sin exceso de partículas planas y/o blanda

Si tiene características expansivas deben ser analizados puntualmente por el geotecnista que elabora el estudio de suelos. La construcción de rellenos debe llevarse a cabo utilizando los materiales indicados en esta norma. Los materiales pueden ser utilizados de forma individual (un único material) o empleando una combinación de dos o más materiales considerando o no una estabilización mecánica o química de los mismos.

El uso de los rellenos utilizados en cimentación para tuberías está referenciado a las zonas definidas dentro de la norma EMCALI EICE ESP "NDI-SE-AA-016 Requerimientos para cimentación de tuberías en redes de acueducto y alcantarillado".

6.4.2 - MATERIAL IMPORTADO SELECCIONADO SUMINISTRADO POR CONTRATISTA

a) Propiedades

- El material importado no debe contener limo orgánico, materia vegetal, basuras, desperdicios o escombros.
- El tamaño máximo del material importado seleccionado hasta 30 cm. por encima de la clave en el caso de tubería rígida , o 15 cm en el caso de tuberías flexibles debe ser 1 1/2”
- El contenido de finos (porcentaje que pasa por el tamiz N° 200) debe ser inferior al 35%
- El contenido de materia orgánica debe ser menor del 1%.
- El límite líquido menor del 40% y el índice de plasticidad menor del 15%.

b) Propiedades del relleno compactado

El promedio de las medidas del porcentaje de compactación debe ser mayor o igual al 90% de la densidad máxima obtenida en el ensayo de Compactación Próctor Modificado. En ningún caso localmente se aceptarán valores inferiores al mencionado, debiéndose conservar registros de la conformidad frente a lo especificado.

c) Usos

El material puede ser utilizado para las zonas de "atraque", "relleno inicial" y "relleno final" de cimentación de tuberías (zanjas y terraplenes). Cualquier uso diferente al indicado en esta norma debe ser previamente aprobado por EMCALI EICE ESP.

Cuando el material importado se utilice para atraque de tuberías o como relleno inicial o final del modelo de cimentación, se debe colocar y compactar a cada lado del tubo o tubos en capas horizontales simétricas no mayores de 10 cm. de espesor hasta la cota final de la zona. La compactación se debe hacer con pisones apropiados o planchas vibratorias.

6.4.3 MATERIALES PROVENIENTES DE EXCAVACIÓN

a) Propiedades

Los materiales provenientes de excavaciones que se utilicen como relleno deberán ser homogéneos, tener un contenido de materia orgánica menor 5%,(andenes , vías peatonales y corredores de escalera) y libre de materia orgánica en vías; una humedad menor al 45%. Se excluirán: las piedras de un tamaño superior a los 0.15 m y/o cualquier otro elemento objetable.

Los materiales constituidos por arcillas o limos plásticos y los materiales compresibles deben ser analizados puntualmente por el geotecnista que elabore el estudio de suelos. En todo caso, y se excluirán los materiales con características expansivas siempre y cuando sean sedimentos de antiguas lagunas, antiguos drenajes de color gris oscuro a negro, gris verdoso a azulado con (LL>70; IP>40) con contenido de materia orgánica mayor al 5%

b) Propiedades del relleno compactado

Las capas de este tipo de relleno deben compactarse hasta obtener una densidad del 90% del ensayo de compactación Próctor Modificado o en el caso de suelos arcillosos un peso unitario total de por lo menos 16 KN/m^3 y humedad menor al 45%.

c) Usos

El uso de estos rellenos está referenciado a las zonas definidas dentro de la norma de EMCALI EICE ESP “NDI-SE-AA-016 Requerimientos para cimentación de tuberías en redes de acueducto y alcantarillado”.

Los materiales con características expansivas o limos compresibles (excepto los sedimentos de antiguas lagunas o antiguos drenajes) con $LL < 70$ y $IP < 40$ y contenido de materia orgánica menor al 5%, se podrán utilizar como rellenos en vías peatonales, andenes, corredores de escaleras, En caso necesario los materiales expansivos o compresibles se podrán mezclar con materiales granulares aprobados por EMCALI EICE ESP para disminuir su plasticidad.

En vías vehiculares el material seleccionado de la excavación para ser usado en el relleno debe estar libre de materia orgánica, sobrantes de construcción, palos, plásticos, etc.; $IP \text{ pasa } 40 < 20\%$; $LL < 45\%$. De no cumplir estas características usar material importado seleccionado.

Adicionalmente los suelos orgánicos pueden ser utilizados para el acabado del área de trabajo y zonas verdes en el caso que no tengan que servir como soporte de cargas y sean admisibles deformaciones, para la conformación de taludes y del terreno en zonas adyacentes al proyecto. Los suelos orgánicos pueden ser también utilizados para cobertura superficial de terminados de obras que sean empradizados.

Cualquier uso diferente al indicado en esta norma debe ser previamente especificado o aprobado por EMCALI EICE ESP

6.4.4 PIEDRA PARTIDA.

El relleno puede ser utilizado en las zonas "Cama" y "Atraque", como material de soporte, para relleno de gaviones y protección de taludes. Cualquier uso diferente al indicado en esta norma debe ser previamente aprobado por EMCALI EICE ESP.

a) Piedra Partida Como Material de Soporte

Las piedras deben tener tamaños entre 0.1 m. y 0.3 m. Su forma y superficie depende del procedimiento y las especificaciones de trabajo.

El porcentaje de desgaste en la máquina de los Ángeles debe ser menor a 65%.

b) Fragmentos de Roca o Cantos Rodados (piedra sobretamaño) para Relleno de Gaviones

El relleno debe estar constituido por fragmentos de roca o cantos rodados con dimensiones entre 0.20 m y 0.30 m. Debe evitarse la utilización de lutitas, arcillolitas o pizarras a menos que cumplan con los requerimientos de durabilidad y resistencia que se indican en este numeral. El material no debe tener óxido de hierro, compuestos salinos o elementos cuya composición pueda atacar el material de la canasta.

Los requisitos de resistencia y durabilidad que deben cumplir los materiales utilizados para el gavión son:

- Índice de desleimiento mayor o igual a 90%
- Porcentaje de desgaste en la máquina de los Ángeles menor a 50%

- Resistencia a la carga puntual (I50) mayor a 10 veces el nivel de esfuerzos máximos al que va estar sometida la estructura de gaviones de acuerdo con el diseño de la misma.

Para el diseño de gaviones debe ser consultada la norma de EMCALI EICE ESP "NDC-SE-GE-002 Aspectos técnicos para diseño y construcción de obras de protección de taludes".

c) Piedra Partida Para Protección de Taludes (Pedraplenes)

- El tamaño máximo debe ser de 1/3 del espesor de la capa compactada.
- % pasa tamiz 25 mm (1 pulg) < 30%
- % pasa tamiz 74mm (No. 200) < 10%
- El porcentaje de desgaste en la máquina de los Ángeles debe ser menor a 50%.

EMCALI EICE ESP puede solicitar la granulometría ajustada a la siguiente franja (ver Tabla 2), donde D es el tamaño máximo nominal del material (Artículo 221-07, Pedraplenes, INVIAS):

Tabla 2. Granulometría de pedraplenes

Tamiz	D	D/4	D/16	D/64
% Pasa	90 - 100	45 - 60	25 - 45	15 - 35

6.4.5 GRAVA

a) Propiedades del Material

En el ensayo de solidez con sulfato de sodio no debe mostrar señales de desintegración ni una pérdida mayor del 15% y en el ensayo de solidez con magnesio pérdida menor de 21%.

El desgaste en la máquina de los Ángeles no debe ser mayor al 45 %.

Para la cimentación de las tuberías el tamaño máximo de grava será de 3 / 4 “.

Para el uso de material filtrante en sub drenajes y para la elaboración de concretos, el material de grava debe estar constituido por partículas con tamaños comprendidos entre el tamiz 75 mm (3 pulg) y el 19 mm (3/4 pulg).

b) Usos

Este tipo de rellenos puede ser usado como cimentación de tuberías de alcantarillado, como material filtrante en subdrenajes o como material en la elaboración de concretos. Cualquier uso diferente al indicado en esta norma debe ser previamente aprobado por EMCALI EICE ESP.

6.4.6 SUB-BASE GRANULAR

a) Propiedades

Este material tendrá las especificaciones y granulometría del material exigido por INVIAS, Artículo 320-07.

Los agregados para la construcción de la sub-base granular deben satisfacer los requisitos indicados en el numeral 300.2 del Artículo 300 para dichos materiales. Además, se deberán ajustar a alguna de las

franjas granulométricas que se indican en la Tabla 3 (tabla correspondiente a la 320.1 del artículo 320-07 de INVIAS). Los documentos del proyecto indicarán la franja por utilizar.

Tabla 3. Franjas granulométricas del material de sub-base

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA	
NORMAL	ALTERNO	SBG-1	SBG-2
50.0 mm	2 pulg	100	
37.5 mm	1 ½ pulg	70-95	100
25.0 mm	1 pulg	60-90	75-95
12.5 mm	½ pulg	45-75	55-85
9.5 mm	3/8 pulg	40-70	45-75
4.75 mm	No.4	25-55	30-60
2.0 mm	No.10	15-40	20-45
425 µm	No.40	6-25	8-30
75 µm	No.200	2-15	2-15

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el Contratista y/o Urbanizador debe dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente y viceversa.

Dentro de la franja elegida, el Contratista y/o Urbanizador propondrá a EMCALI EICE ESP una "Fórmula de Trabajo" a la cual se debe ajustar durante la construcción de la capa, con las tolerancias que se indican en la Tabla 4 (tabla correspondiente a la 320.2 del artículo 320-07 de INVIAS), pero sin permitir que la curva se salga de la franja adoptada.

Tabla 4. Tolerancias granulométricas

TAMIZ	TOLERANCIA EN PUNTOS DE PORCENTAJE SOBRE EL PESO SECO DE LOS AGREGADOS
% pasa tamiz de 9.5 mm (3/8") y mayores	± 7 %
% pasa tamices de 4.75 mm (N° 4) a 425µm (N°40)	± 6 %
% pasa tamiz 75 µm (No. 200)	± 3 %

Además, la relación entre el porcentaje que pasa el tamiz de 75 µm (No. 200) y el porcentaje que pasa el tamiz de 425 µm (No. 40), no deberá exceder de 2/3 y el tamaño máximo nominal no deberá exceder de 1/3 del espesor de la capa compactada.

b) Usos

Este tipo de rellenos puede ser usado como parte de la estructura del pavimento. Cualquier uso diferente al indicado en esta norma debe ser previamente aprobado por EMCALI EICE ESP.

6.4.7 BASE GRANULAR

a) Propiedades

Este material tendrá las especificaciones y granulometría del material exigido por INVIAS, Artículo 330-07, en el cual se indica que los agregados para la construcción de la base granular deben satisfacer los requisitos indicados en el numeral 300.2 del Artículo 300 para dichos materiales. Además, se deben ajustar a alguna de las franjas granulométricas que se indican en la Tabla 5 (tabla correspondiente a la 330.1 del artículo 330-07 de INVIAS). Los documentos del proyecto indicarán la franja por utilizar.

Tabla 5. Franjas granulométricas del material de base granular

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA	
NORMAL	ALTERNO	BG-1	BG-2
37.5 mm	1 ½ pulg	100	
25.0 mm	1 pulg	70-100	100
19.0 mm	¾"	60-90	70-100
9.5 mm	3/8"	45-75	50-80
4.75 mm	No.4	30-60	35-65
2.0 mm	No.10	20-45	20-45
425 µm	No.40	10-30	10-30
75 µm	No.200	5-15	5-15

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el Contratista y/o Urbanizador debe dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente y viceversa.

Dentro de la franja elegida, el Contratista y/o Urbanizador propondrá a EMCALI EICE ESP una "Fórmula de Trabajo" a la cual se debe ajustar durante la construcción de la capa, con las tolerancias que se indican en la Tabla 6 (tabla correspondiente a la 330.2 del artículo 330-07 de INVIAS) pero sin permitir que la curva se salga de la franja adoptada

Tabla 6. Tolerancias granulométricas

TAMIZ	TOLERANCIA EN PUNTOS DE PORCENTAJE SOBRE EL PESO SECO DE LOS AGREGADOS
% pasa tamiz de 9.5 mm (3/8") y mayores	± 7 %
% pasa tamices de 4.75 mm (N° 4) a 425 µm (N°40)	± 6 %
% pasa tamiz 75 µm (No. 200)	± 3 %

Además, la relación entre el porcentaje que pasa el tamiz de 75 µm (No. 200) y el porcentaje que pasa el tamiz de 425 µm (No. 40), no deberá exceder de 2/3 y el tamaño máximo nominal no debe exceder de 1/3 del espesor de la capa compactada.

b) Usos

Este tipo de rellenos puede ser usado como parte de la estructura del pavimento. Cualquier uso diferente al indicado en esta norma debe ser previamente aprobado por EMCALI EICE ESP.

6.4.8 CONCRETOS**a) Propiedades**

El concreto debe cumplir con las propiedades indicadas en la norma "NCO-PM-AA-004 Concretos y morteros".

Adicionalmente para rellenos el concreto debe cumplir con una resistencia mínima a la compresión de 14 Mpa (140 Kg/cm²)

b) Usos

El concreto puede ser utilizado en las zonas "cama" y "atraque" de la cimentación de tuberías.

6.5 MUESTREO Y MÉTODOS DE PRUEBA DE LOS MATERIALES DE RELLENO

Con el fin de verificar las propiedades de los materiales utilizados como relleno para instalación de tuberías de redes de acueducto y/o alcantarillado o para estructuras diferentes a las redes se debe realizar una serie de muestreos.

EMCALI EICE ESP puede exigir otra frecuencia a las indicadas en las Tablas 7, 8 y 9 cuando así lo considere necesario. Los ensayos deben realizarse en un laboratorio previamente aprobado por EMCALI EICE ESP.

En Aspen todos los casos los registros de los resultados de los ensayos para la verificación de las propiedades de los materiales deben ser entregados EMCALI EICE ESP cuando esta lo solicite.

Tabla 7

Propiedad	Ensayo	Norma de ensayo		Roca muerta pulverizada		Material proveniente de excavación		Piedra partida	
		NTC	INV	1	2	1	2	1	2
Presencia de materia orgánica	Contenido de materia orgánica	NTC-1886	E-121	Por depósito homogéneo	c/ 40m ³	Por jornada o c/ 200m	c/ 20m ³	No aplica	No aplica
Grado de compactación	Densidad: cono de arena o densímetro nuclear o balón de caucho	NTC-1667 ASTM-D2922 NTC-1528	E-161	Por jornada o c/ 100m	c/ 15m ³	Por jornada o c/ 100m	c/ 15m ³	No aplica	No aplica
Plasticidad	Límite líquido y límite plástico	NTC-1494 NTC-1493	E-125 E-126	Por jornada o c/ 200m	c/ 20m ³	Por jornada o c/ 200m	No aplica	No aplica	No aplica
Distribución granulométrica	Análisis granulométrico por tamizado	NTC-1522	E-123	Por jornada o c/ 200m	c/ 20m ³	Por jornada o c/ 200m	No aplica	Por jornada o c/ 200m	c/ 20m ³
Dureza o resistencia a la abrasión	Desgaste en la Máquina de los Ángeles	NTC-93 NTC-98	E-218 E-219	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	Por depósito homogéneo	c/ 40m ³

Propiedad	Ensayo	Norma de ensayo		Roca muerta pulverizada		Material proveniente de excavación		Piedra partida	
		NTC	INV	1	2	1	2	1	2
Peso unitario máximo	Próctor modificado	ASTM D1883	E-142	Por depósito homogéneo	c/ 40m³	Por depósito homogéneo	c/ 40m³	No aplica	No aplica

Notas:

1: Frecuencia de muestreo para tendido de redes de acueducto, alcantarillado y canales.

2: Frecuencia de muestreo para estructuras diferentes a redes o canales

NTC : Norma Técnica Colombiana
INV : Norma Instituto Nacional de Vías

Tabla 8

Propiedad	Ensayo	Norma de ensayo		Arena de peña		Grava		Gravilla	
		NTC	INV	1	2	1	2	1	2
Plasticidad	Límite líquido y límite plástico	NTC-1494 NTC-1493	E-125 E-126	Por jornada o c/ 200m	c/ 20m³	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
Distribución granulométrica	Análisis granulométrico por tamizado	NTC-1522	E-123	Por jornada o c/ 200m	c/ 20m³	Por jornada o c/ 200m	c/ 20m³	Por jornada o c/ 200m	c/ 20m³
Dureza o resistencia a la abrasión	Desgaste en la Máquina de los Ángeles	NTC-93 NTC-98	E-218 E-219	No aplica	No aplica	Por depósito homogéneo	c/ 40m³	Por depósito homogéneo	c/ 40m³
Resistencia al intemperismo	Pérdidas en sulfatos de sodio y magnesio	NTC-126	E-220	No aplica	No aplica	Por depósito homogéneo	c/ 40m³	Por depósito homogéneo	c/ 40m³

Notas:

1: Frecuencia de muestreo para tendido de redes de acueducto, alcantarillado y canales

2: Frecuencia de muestreo para estructuras diferentes a redes o canales

NTC : Norma Técnica Colombiana
INV : Norma Instituto Nacional de Vías

Tabla 9

Propiedad	Ensayo	Norma de ensayo		Sub-base granular		Base granular		Suelos estabilizados	
		NTC	INV	1	2	1	2	1	2
Presencia de materia orgánica	Contenido de materia orgánica	NTC-1886	E-121	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	Por jornada o c/ 200m	c/ 20m³
Grado de compactación	Densidad: cono de arena o densímetro nuclear o balón de caucho	NTC-1667 ASTM-D2922 NTC-1528	E-161	Por jornada o c/ 100m	c/ 15m³	Por jornada o c/ 100m	c/ 15m³	Por jornada o c/ 100m	c/ 15m³
Plasticidad	Límite líquido y límite plástico	NTC-1494 NTC-1493	E-125 E-126	Por jornada o c/ 200m	c/ 20m³	Por jornada o c/ 200m	c/ 20m³	Por jornada o c/ 200m	c/ 20m³
Distribución granulométrica	Análisis granulométrico por tamizado	NTC-1522	E-123	Por jornada o c/ 200m	c/ 20m³	Por jornada o c/ 200m	c/ 20m³	Por jornada o c/ 200m	c/ 20m³

Propiedad	Ensayo	Norma de ensayo		Sub-base granular		Base granular		Suelos estabilizados	
		NTC	INV	1	2	1	2	1	2
Dureza o resistencia a la abrasión	Desgaste en la Máquina de los Ángeles	NTC-93 NTC-98	E-218 E-219	Por depósito homogéneo	c/ 40m³	Por depósito homogéneo	c/ 40m³	Por depósito homogéneo	c/ 40m³
Peso unitario máximo	Próctor modificado	ASTM D1883	E-142	Por depósito homogéneo	c/ 40m³	Por depósito homogéneo	c/ 40m³	Por depósito homogéneo	c/ 40m³
Capacidad de soporte	CBR	NTC-2122	E-148	Por depósito homogéneo	c/ 40m³	Por depósito homogéneo	c/ 40m³	Por depósito homogéneo	c/ 40m³

Notas:

1: Frecuencia de muestreo para tendido de redes de acueducto, alcantarillado y canales

2: Frecuencia de muestreo para estructuras diferentes a redes o canales

NTC : Norma Técnica Colombiana

INV : Norma Instituto Nacional de Vías

6.6 TOLERANCIAS

La cota de terminación de rellenos, conformado y compactado, de acuerdo con los planos finales de construcción no debe variar de la proyectada más de los valores siguientes. En pedraplenes: 100 mm; en superficie mejorada, conformada y compactada: 30 mm; en rellenos tipo base y sub-base: 20 mm, en este caso la uniformidad de la superficie de la obra ejecutada debidamente comprobada y colocada en direcciones diferentes, no admite variaciones superiores a 15 mm, para cualquier punto que no esté afectado por un cambio de pendiente. Cualquier exceso de esta tolerancia se corrige con reducción o adición de material en capas de poco espesor y para asegurar adherencia se debe escarificar y compactar nuevamente.

Para zanjas, donde se interrumpen áreas con proceso de compactación y estructura de materiales diferentes (p. ej. vías y andenes), la superficie no debe presentar diferencias en altura con sus vecindades, superiores a los 20 mm.

Se deben seleccionar sitios críticos con criterio, no al azar, donde se determina el espesor medio de la capa compactada el cual debe ser mínimo el de diseño; no se admite ningún valor menor, si esto se presenta se rechaza el tramo.

Para los parámetros especificados la tolerancia será del 2%

7.0 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Sistema de Normas Técnicas de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (SISTEC), 2006.

Normas de Diseño y Construcción de Acueducto y Alcantarillado de Empresas Municipales de Cali, 1999.

Normas de Acueducto y Alcantarillado de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, 2006.

Normas de Acueducto y Alcantarillado de Aguas de Cartagena S.A. ESP, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Cartagena, 2005.

Normas de Diseño de Acueducto y Alcantarillado de las Empresas Públicas de Medellín (EPM) ,2006.